
2022
التفوق
يغنيك عن تعدد المصادر
كتاب الشرح
والأداء الذاتي
OPEN BOOK
رقم الإيداع : ١٩٤١٧ /٢٠٢١
في
الأحياء
3
الثانوي

بطاقة الفهرسة

دار الكتب والوثائق القومية

فهرسة أثناء النشر إعداد إدارة الشئون الفنية

التفوق في الأحياء: كتاب الشرح ، 2021.

ص (29) سم.

الصف الثالث الثانوي

١ - الأحياء، علم – تعليم وتدريس

٢- التعليم الثانوي

٥٧٤,٠٧

رقم الإيداع : ١٩٤١٧ / ٢٠٢١

بسم الله الرحمن الرحيم

"فَأَمَّا ٱلزَّبَدُ فَيَذۡهَبُ جُفَآءٗۖ وَأَمَّا مَا يَنفَعُ ٱلنَّاسَ فَيَمۡكُثُ فِي ٱلۡأَرۡضِۚ كَذَٰلِكَ يَضۡرِبُ ٱللَّهُ ٱلۡأَمۡثَالَ"

سورة الرعد
الآية ١٧

إيمانًا بدور التعليم الفعال في نهضة الأمم وازدهار حياة الشعوب وسعيًا وراء مصلحة أبنائنا الطلاب ورغبة في مواكبة النظام الجديد الذي توليه الدولة اهتمامًا خاصا للحاق بركب الدول المتقدمة كان لزامًا علينا أن نطور المادة العلمية المقررة على الطالب ونعيد صياغتها بشكل يفتح مدارك الطالب ليسعى للبحث والتدقيق واكتساب مهارات التفكير العليا بدلًا من الحفظ والتلقين التقليدي.

وقد راعينا في هذا الكتاب - كتاب التفوق في الأحياء - أن يكون متدرجًا وموزعًا على فقرات لتلائم جميع المستويات وذلك من خلال عرض عبارات ورسومات الكتاب المدرسي يليها فقرة المعلومات التراكمية من السنوات السابقة بما يلائم كل جزئية يليها فقرة ملحوظات استنتاجية وعلاقات بيانية واستخدام الخرائط الذهنية والصور التوضيحية المرسومة عالية الجودة يليها فقرة تطبيقات عملية لربط المعلومات النظرية بواقع الحياة العملية بشكل شيق وجذاب يدفع الملل عن الطالب ثم فقرة أسئلة الأداء الذاتي بنظام الـOPEN BOOK عقب كل جزئية لتساعد الطالب على اختبار معلوماته والتحقق من فهم الجزء المقرر عليه بشكل سليم واستخلاص واستنتاج الأفكار.

ونأمل أن يكون هذا الكتاب خير عون يعتمد عليه المعلمون والطلاب في استقصاء كل معلومة دقيقة تغنيهم عن تعدد المصادر وتشتت التركيز وتضييع الوقت وتأخذ بأيديهم لتحقيق أهدافهم والوصول لبغيتهم ونرجو من الله أن يكون التوفيق من نصيبنا وأن ينال الكتاب رضاكم وتجدوا فيه غايتكم والله ولي التوفيق.

الباب الأول

التركيب والوظيفة في الكائنات الحية

الفصل الأول
الدعامة والحركة في الكائنات الحية

1 الدعامة في الكائنات الحية

2 الحركة في الكائنات الحية

الفصل الثاني
التنسيق الهرموني في الكائنات الحية

1 من بداية الفصل حتى نهاية الغدة النخامية

2 من بداية الغدة الدرقية حتى نهاية الفصل

الفصل الثالث
التكاثر في الكائنات الحية

1 طرق التكاثر في الكائنات الحية (١)

2 طرق التكاثر في الكائنات الحية (٢)

3 التكاثر في النباتات الزهرية

4 من بداية التكاثر في الإنسان حتى نهاية دورة الطمث

5 من بداية الإخصاب حتى نهاية الفصل

الفصل الرابع
المناعة في الكائنات الحية

1. المناعة في النبات
2. تركيب الجهاز المناعي في الإنسان
3. آلية عمل الجهاز المناعي في الإنسان

الباب الثاني البيولوجيا الجزيئية

الفصل الأول
الأحماض النووية DNA

1. جهود العلماء لمعرفة المادة الوراثية للكائن الحي
2. الحمض النووي DNA (١)
3. الحمض النووي DNA (٢)

الفصل الثاني
الأحماض النووية وتخليق البروتين

1. RNA وتخليق البروتين
2. التكنولوجيا الجزيئية "الهندسة الوراثية"

الفصل الأول

الدعامة والحركة في الكائنات الحية

الدرس الأول
الدعامة في الكائنات الحية



الدرس الثاني
الحركة في الكائنات الحية

أهداف الفصل

في نهاية هذا الفصل ينبغي أن يكون الطالب قادرًا على أن

- يقارن بين الدعامة الفسيولوجية والدعامة التركيبية.
- يتعرف مكونات الجهاز الهيكلي في الإنسان.
- يتعرف تركيب الهيكل العظمي في الإنسان.
- يذكر أنواع المفاصل.
- يتعرف وظيفة كل من المفاصل والغضاريف والأربطة والأوتار.
- يفسر سبب التفاف المحاليق حول الدعامة.
- يفرق بين الشد في المحاليق وفي جذور الكورمات والأبصال.
- يوضح التآزر بين الأجهزة الثلاث: الهيكلى والعصبى والعضلى.
- يذكر وظائف الجهاز العضلي في الإنسان.
- يتعرف تركيب العضلة.
- يفسر آلية الحركة.
- يتعرف الوحدة الحركية التي تعتبر الوحدة الوظيفية للعضلة الهيكلية.
- يفسر سبب إجهاد العضلة.
- يكتسب مهارة :
  - التعبير بالرسم مثل رسم الفقرة العظمية.
  - الفحص المجهرى لحركة السيتوبلازم من خلايا ورقة نبات الإيلوديا.
  - الربط بين التركيب والوظيفة في الهيكل العظمى والجهاز العضلى.

أهم المفاهيم

- الدعامة في النبات.
- الضلع.
- عظمة القص.
- الحركة.
- الحركة الدورانية السيتوبلازمية.
- الجهاز العضلي.
- الألياف العضلية.
- الروابط المستعرضة.
- الوحدة الحركية.
- الوصلة العصبية العضلية.

الدعامة في النبات

مجموعة الوسائل والأجهزة الدعامية التي تدعم النبات وتحافظ على شكله وتقيه. وقد تكون وسيلة هذه الدعامة فسيولوجية أو تركيبية.

أولاً الدعامة الفسيولوجية Physiological Support

التأثير: تتناول الخلية نفسها ككل، فلا تقتصر على جزء دون جزء.

الكيفية: تتم كالتالي:

- يدخل الماء بالخاصية الأسموزية إلى الفجوة العصارية للخلية عندما يكون تركيز الذائبات بها مرتفعًا عن الوسط المحيط.
- يزيد حجم العصير الخلوي وبالتالي يزيد ضغطه، فيضغط على البروتوبلازم ويدفعه للخارج نحو الجدار الخلوي.
- يتمدد الجدار نتيجة لزيادة الضغط الواقع عليه.
- تنتفخ الخلية وتصبح ذات جدار متوتر وبذلك تكتسب الدعامة الفسيولوجية.

الاستمرار: دعامة مؤقتة، حيث إنها تعتمد على امتلاء الخلية بالماء بالخاصية الأسموزية وعند فقد هذا الماء تضعف أو تزول هذه الدعامة.



آلية عمل الدعامة الفسيولوجية

الأمثلة:

1. انتفاخ (كبر الحجم) ثمار الفاكهة المنكمشة (الضامرة) إذا وضعت في الماء لفترة نتيجة لامتصاص خلاياها للماء.
2. انكماش وضمور وزوال انتفاخ البذور الغضة كالبسلة والفول عند تركها لمدة نتيجة لفقد خلاياها للماء.
3. ذبول وارتخاء سوق وأوراق النباتات العشبية عند جفاف التربة لزوال انتفاخ خلايا أنسجتها الداخلية.
4. استقامة سوق وأوراق النباتات العشبية عند ري التربة لانتفاخ خلايا أنسجتها الداخلية.

مصطلحات إضافية

الضغط الأسموزي	الضغط الناشئ عن تركيز الذائبات (أملاح أو سكريات) داخل المحلول.
الخاصية الأسموزية	خاصية انتقال جزيئات الماء من المحلول الأعلى في تركيز الماء (الأقل في تركيز الذائبات) إلى المحلول الأقل في تركيز الماء (الأعلى في تركيز الذائبات) عبر وسط أو غشاء شبه منفذ.
ضغط الامتلاء	الضغط الذي يدفع الغشاء الخلوي باتجاه جدار الخلية نتيجة امتلاء فجوتها العصارية بالماء بعد امتصاصه بالخاصية الأسموزية.
عملية البلزمة	انكماش الغشاء البلازمي للخلية الحية نتيجة خروج الماء من البروتوبلازم بالخاصية الأسموزية إلى الوسط المحيط عند تواجدها في وسط أعلى في تركيز الذائبات (أقل في تركيز الماء).
عملية النتح	فقد النبات للماء في صورة بخار ماء من خلال الثغور والعديسات وطبقة الكيوتيكل الشمعية.

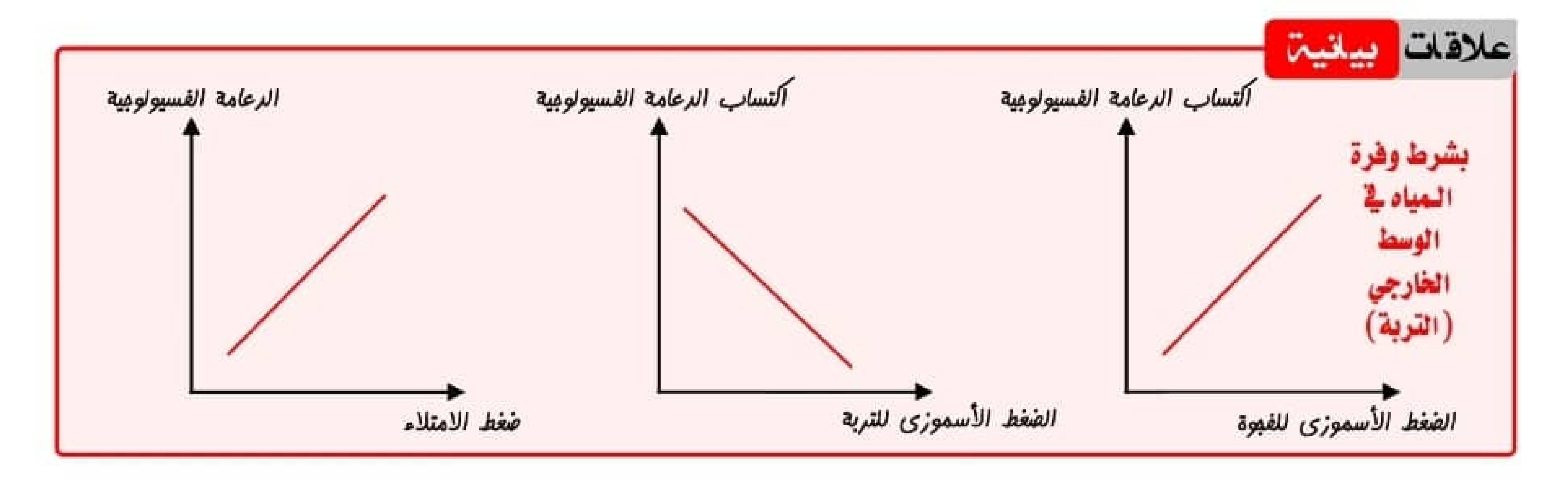
أضف إلى معلوماتك

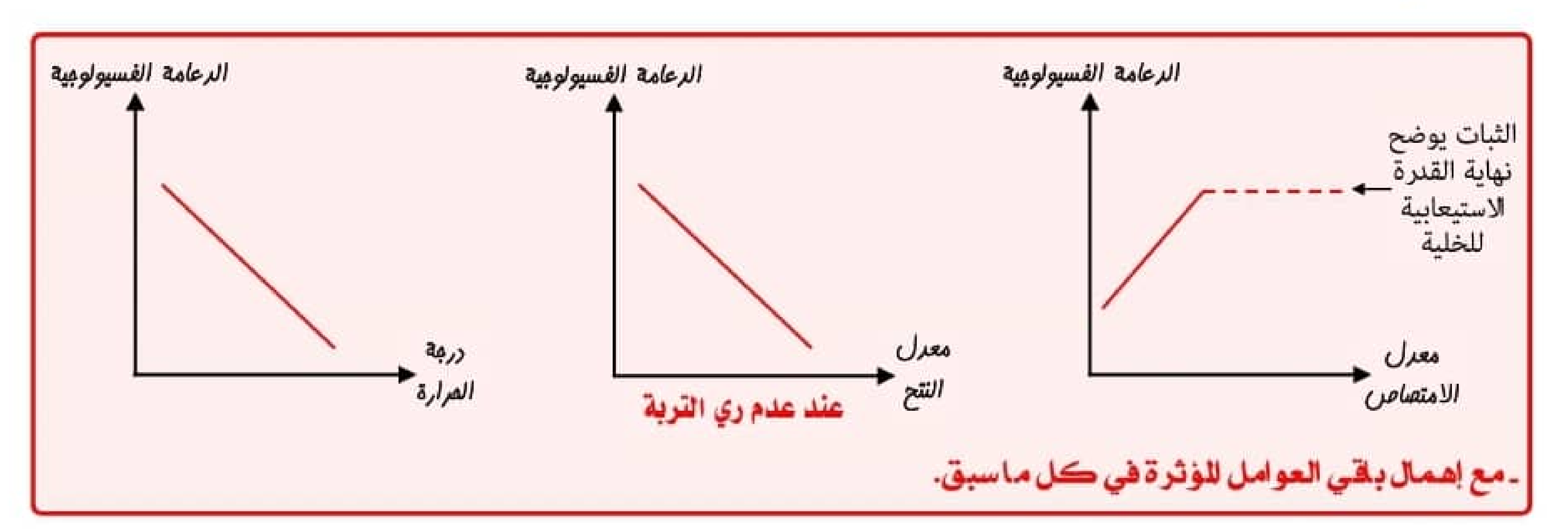
- مقارنة بين الخلايا النباتية والخلايا الحيوانية عند وضعها في محاليل مختلفة التركيز:

	محلول متعادل Isotonic	محلول مركز Hypertonic	محلول مخفف Hypotonic
الخلية النباتية	غشاء الخلية، جدار الخلية، نواة، فجوة عصارية لا يحدث شيء	تفقد الخلية الماء بالخاصية الأسموزية وتقل في الحجم وتنكمش.	تمتص الخلية الماء بالخاصية الأسموزية وتزداد في الحجم وتنتفخ.
الخلية الحيوانية	لا يحدث شيء	تفقد كرية الدم الحمراء الماء بالخاصية الأسموزية وتنكمش.	تمتص كرية الدم الحمراء الماء بالخاصية الأسموزية وتزداد في الحجم وتنتفخ ثم تنفجر لعدم امتلاكها جدار خلوي يتحمل الضغط الواقع عليه عند دخول الماء.

- الخلية البكتيرية لها جدار خلوي.
- كريات الدم الحمراء تخلوا من غالب العضيات وكذلك النواة.
- بزيادة عدد البلاستيدات الخضراء في الخلايا النباتية يزداد معدل البناء الضوئي فيزداد تركيز السكريات البسيطة داخل الفجوة العصارية للخلايا مما يؤدي إلى زيادة الضغط الأسموزي فتزداد قدرة هذه الخلايا على امتصاص الماء بالخاصية الأسموزية فيزداد ضغط الامتلاء وتزداد الدعامة الفسيولوجية.
- كلما زاد معدل النتح زادت كمية الماء المفقودة فتقل الدعامة الفسيولوجية (في حالة عدم ري النبات بالماء).
- من العوامل التي تؤثر على معدل النتح وبالتالي الدعامة الفسيولوجية في النباتات: الحرارة (↑)، الرطوبة (↓)، الرياح (↑)، الضوء (↑)، عدد الأوراق (↑)، سمك طبقة الكيوتين (↓)، عدد الثغور (↑).

علاقات بيانية





أداء ذاتي

1 أي البدائل التالية صحيحة عن الدعامة المسئولة عن استقامة السوق العشبية للنباتات عند ريها بالماء ؟ ....

	مدة حدوثها	نوع الاستجابة الدعامية
أ	مؤقتة	كيميائية
ب	دائمة	كيميائية
ج	مؤقتة	فيزيائية
د	دائمة	فيزيائية

2 أي الأشكال التالية تعبر عن العلاقة البيانية الصحيحة بين معدل نشاط البلاستيدات الخضراء والاحتفاظ بالدعامة الفسيولوجية في خلايا النسيج البارانشيمي ؟ ....



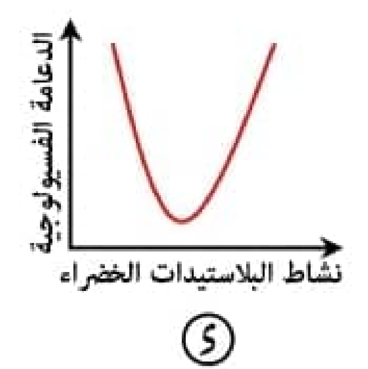
أ



ب



ج



د

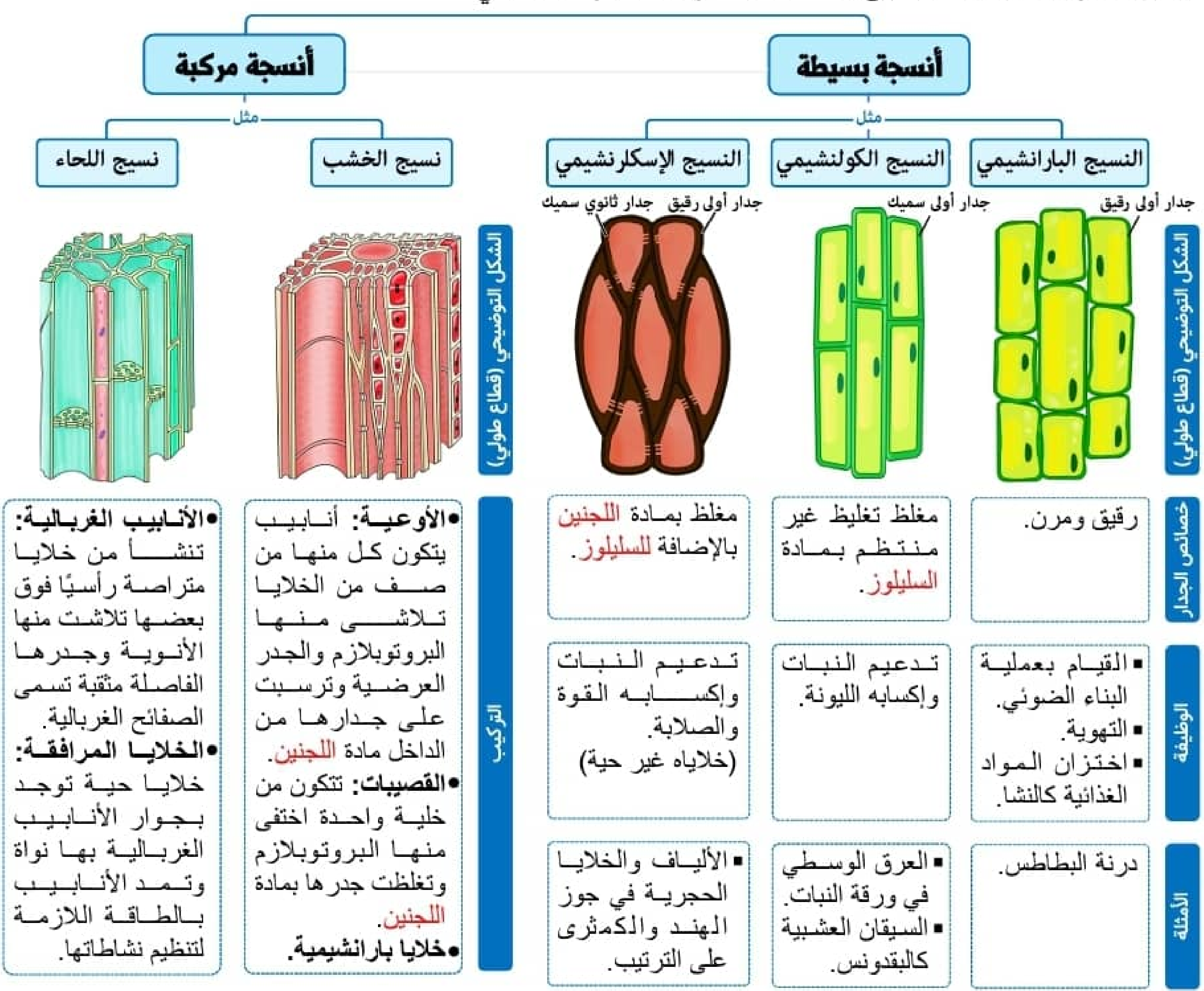
3 جميع البدائل التالية تقلل من قدرة الخلايا النباتية على الاحتفاظ بالدعامة الفسيولوجية عن طريق زيادة معدل النتح ماعدا ....

- (أ) ارتفاع درجة الحرارة
- (ب) زيادة شدة الاستضاءة
- (ج) زيادة عدد الشعيرات الجذرية
- (د) زيادة عدد الثغور في الأوراق

ثانيًا الدعامة التركيبية Structural Support

التمهيد

يمكن تمييز الأنسجة النباتية إلى أنسجة بسيطة وأنسجة مركبة كالتالي:



أنسجة بسيطة (مثل):

	النسيج البارانشيمي	النسيج الكولنشيمي	النسيج الإسكلرنشيمي
خصائص الجدار	رقيق ومرن.	مغلظ تغليظ غير منتظم بمادة السليلوز.	مغلظ بمادة اللجنين بالإضافة للسليلوز.
الوظيفة	▪ القيام بعملية البناء الضوئي. ▪ التهوية. ▪ اختزان المواد الغذائية كالنشا.	تدعيم النبات وإكسابه الليونة.	تدعيم النبات وإكسابه القوة والصلابة. (خلاياه غير حية)
الأمثلة	درنة البطاطس.	▪ العرق الوسطي في ورقة النبات. ▪ السيقان العشبية كالبقدونس.	▪ الألياف والخلايا الحجرية في جوز الهند والكمثرى على الترتيب.

أنسجة مركبة (مثل):

	نسيج الخشب	نسيج اللحاء
التركيب	•**الأوعية:** أنابيب يتكون كل منها من صف من الخلايا تلاشت منها البروتوبلازم والجدر العرضية وترسبت على جدارها من الداخل مادة اللجنين. •**القصيبات:** تتكون من خلية واحدة اختفى منها البروتوبلازم وتغلظت جدرها بمادة اللجنين. •**خلايا بارانشيمية.**	•**الأنابيب الغربالية:** تنشأ من خلايا متراصة رأسيًا فوق بعضها تلاشت منها الأنوية وجدرها الفاصلة مثقبة تسمى الصفائح الغربالية. •**الخلايا المرافقة:** خلايا حية توجد بجوار الأنابيب الغربالية بها نواة وتمد الأنابيب بالطاقة اللازمة لتنظيم نشاطاتها.

الشرح

التأثير: جدر خلايا النبات أو أجزاء منها، وقد تتجاوز ذلك لتشمل مواقع انتشارها.

الكيفية: ترسيب بعض المواد الصلبة القوية على جدر الخلايا أو أجزاء منها **بهدف:**

- زيادة قدرة خلايا النبات الخارجية على الحفاظ على أنسجة النبات الداخلية.
- منع (الحيلولة دون) فقد الماء من خلال الخلايا.
- إكساب الخلايا الصلابة والقوة (تدعيم النبات).
- زيادة سمك جدر خلايا البشرة وبخاصة الخارجية منها.
- منع دخول الكائنات الممرضة كما قد تنتفخ هذه الجدر انتفاخًا عارضًا لمواجهة مسببات المرض. (التوضيح في الفصل الرابع)

الاستمرار: دعامة دائمة، حيث إنها تعتمد على ترسيب بعض المواد الصلبة القوية على جدر خلايا النبات أو أجزاء منها بهدف إكساب الخلايا الصلابة والقوة ومنع فقد الماء من خلالها وزيادة قدرة الخلايا الخارجية على الحفاظ على أنسجة النبات الداخلية.

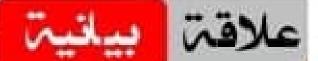
أمثلة:

	الكيوتين	السيوبرين	السليلوز	اللجنين
الشكل التوضيحي	كيوتين	سيوبرين	سليلوز	لجنين
مكان الترسيب	يترسب على جدر خلايا البشرة الخارجية للأوراق والسيقان وبعض الثمار.	يترسب على السطح الداخلي لجدر الخلايا الفلينية التي تحيط بالنبات من الخارج كما في السيقان الخشبية.	يترسب في جدر خلايا النبات الكولنشيمية والإسكلرنشيمية.	يترسب على السطح الداخلي لجدر الخلايا الإسكلرنشيمية (الألياف والخلايا الحجرية) وجدر الأوعية والقصيبات.
الخصائص	شمعي	شمعي	صلب - مرن	صلب
الدور البيولوجي	① منع فقد الماء من خلايا النبات. ② زيادة قدرة خلايا النبات الخارجية على الحفاظ على أنسجة النبات الداخلية.		① إكساب النبات الصلابة والقوة وتدعيم النبات.	
النفاذية	غير منفذة للماء.	غير منفذة للماء.	منفذة للماء.	غير منفذة للماء.

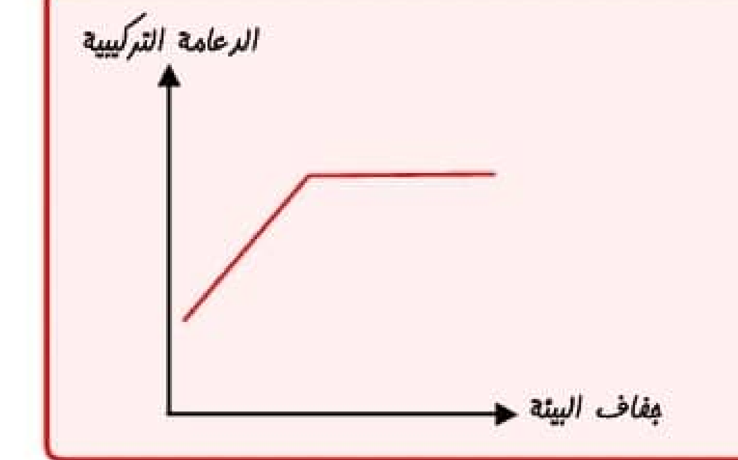
أضف إلى معلوماتك

- النباتات الصحراوية أقل تأثرًا بالدعامة الفسيولوجية وأعلى تأثرًا بالدعامة التركيبية.
- كلما زاد سمك طبقة الكيوتين على طبقة خلايا البشرة الخارجية كلما قلت كمية الماء المفقودة (تناسب عكسي) ويظهر ذلك بوضوح في النباتات الصحراوية كالصبار.
- تغطي بعض ثمار الفاكهة كالتفاح بطبقة شمعية من الكيوتين (غير منفذة للماء) تقلل من معدل فقد هذه الثمار للماء مهما اختلفت ظروف البيئة المحيطة لذا يمكنها أن تبقى لفترة زمنية طويلة دون أن تذبل.
- المادة المسئولة عن صلابة أعناق أوراق نبات الملوخية هي السليلوز.
- المادة المسئولة عن صلابة أوعية وقصيبات الخشب هي اللجنين.
- تظهر الدعامة الفسيولوجية بوضوح في كل من النسيج البارانشيمي والنسيج الكولنشيمي.
- تظهر الدعامة التركيبية بوضوح في كل من النسيج الكولنشيمي والنسيج الإسكلرنشيمي.

- يلعب الكيوتين دورًا هامًا في الدعامة التركيبية والدعامة الفسيولوجية حيث يترسب على جدر خلايا البشرة للحيلولة دون فقد الماء من خلالها وزيادة قدرة خلايا النبات الخارجية على الحفاظ على أنسجة النبات الداخلية كدعامة تركيبية، كما أنها مادة غير منفذة للماء مما يساعد على امتلاء الخلية بالماء وعدم فقد هذا الماء فتظل الخلية محتفظة بالدعامة الفسيولوجية.
- الدعامة التركيبية خاصــية كيميائية؛ لأنها تعتمد على ترســيب بعض المواد الكيميائية الصــلبة القوية على جدر الخلايا أو أجزاء منها مثل السليلوز والكيوتين والسيوبرين واللجنين.



عند تعرض النباتات الصحراوية مثل الصبار للجفاف يزداد معدل ترسيب طبقة الكيوتيكل (كيوتين) على الجدار الخلوي لمنع فقد الماء بدرجة أكبر للحفاظ على البروتوبلازم الحيوي داخل الخلايا النباتية.



أداء ذاتي

4 المادة المسئولة عن إكساب جدر أوعية وقصيبات النباتات العشبية الصلابة والقوة هي ....

(أ) السليلوز
(ب) السيوبرين
(ج) اللجنين
(د) الكيوتين

5 أي البدائل التالية تعبر بشكل صحيح عن الدعامة الفسيولوجية والتركيبية في خلايا النسيج الإسكلرنشيمي ؟ ....

	الدعامة الفسيولوجية	الدعامة التركيبية
(أ)	يوجد	لا يوجد
(ب)	يوجد	يوجد
(ج)	لا يوجد	يوجد
(د)	لا يوجد	لا يوجد

6 أي البدائل التالية تزيد من قدرة النباتات الصحراوية على مقاومة الجفاف ؟ ....

	عدد الأوراق	عدد الثغور في كل ورقة	سمك طبقة الكيوتين
(أ)	زيادة	نقص	زيادة
(ب)	نقص	نقص	نقص
(ج)	نقص	نقص	زيادة
(د)	زيادة	زيادة	نقص

الدعامة في الإنسان

- يتمثل الدعامة في الإنسان في الجهاز الهيكلي **الذي يعمل على:**

1. تدعيم الجسم، وحماية بعض أعضائه، يعطي الإنسان الشكل المميز.
2. يُسهم في عملية الحركة **حيث:**
   - يمثل مكان اتصال مناسب للعضلات.
   - دعامة رئيسية للأطراف المتحركة.
   - كما تلعب المفاصل دورًا هامًا في حركة أجزاء الجسم المختلفة.

- يتكون الجهاز الهيكلي **من:**











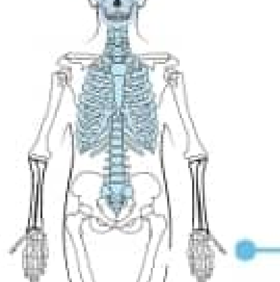
أولاً الهيكل العظمي

- يتكون الهيكل العظمي في الإنسان من **٢٠٦ عظمة**، لكل عظمة **شكل وحجم** يناسبان الوظيفة التي تقوم بها.
- يتركب الهيكل العظمي في الإنسان من:



أ الهيكل المحوري ٨٠ عظمة

- العمود الفقري
- الجمجمة
- القفص الصدري





ب الهيكل الطرفي ١٢٦ عظمة

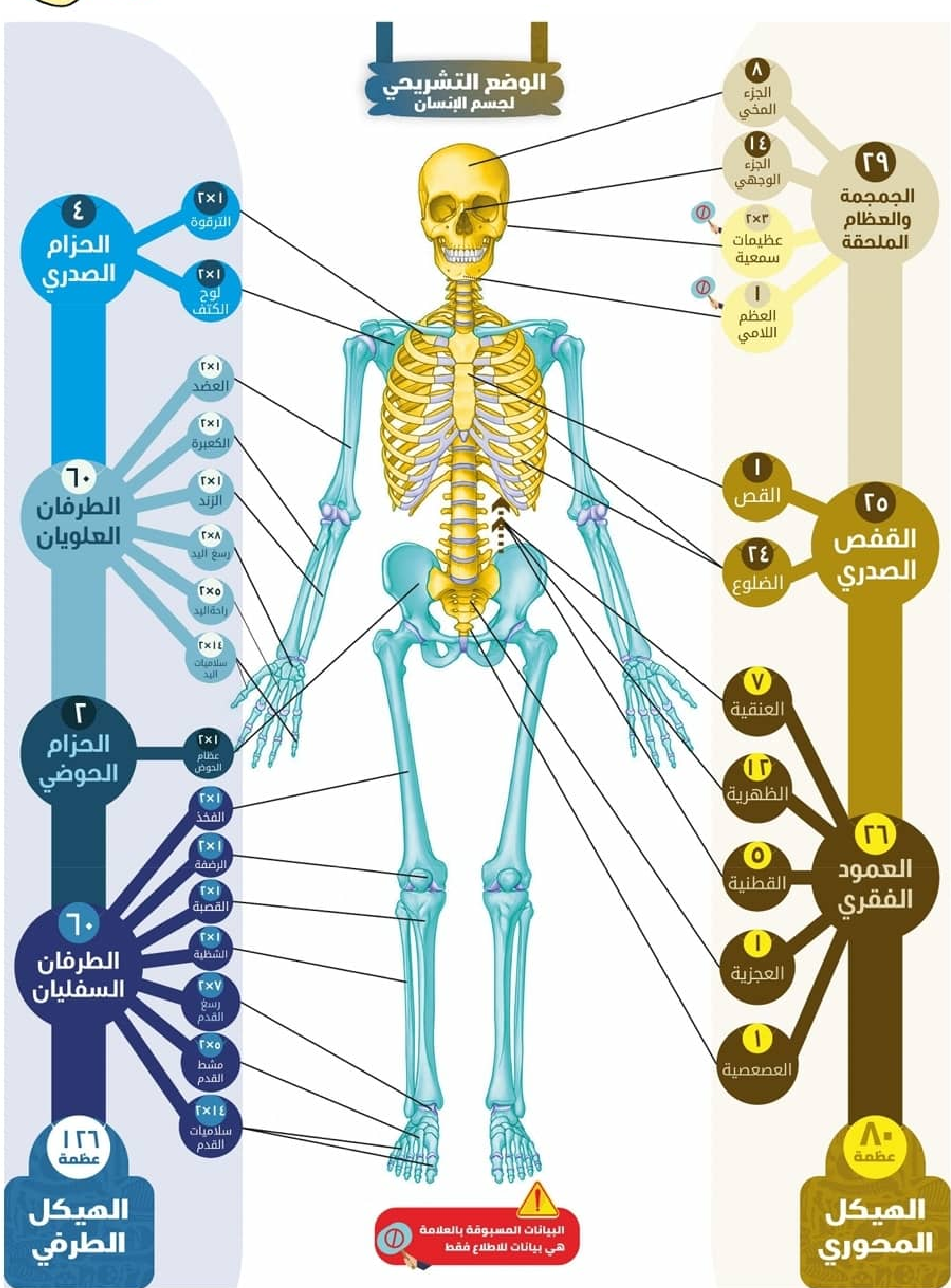
- الحزام الصدري والطرفان العلويان
- الحزام الحوضي والطرفان السفليان



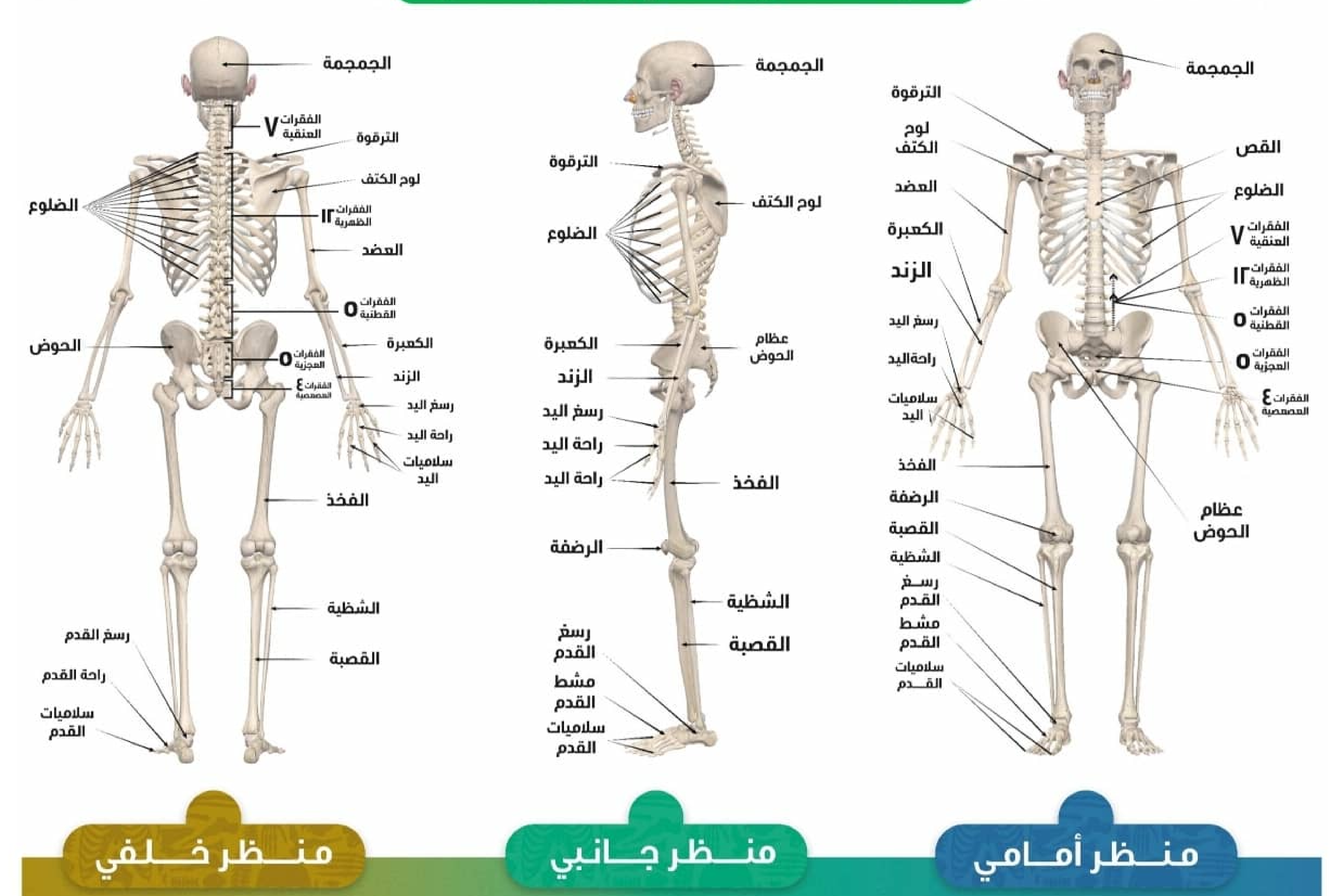
أضف إلى معلوماتك

الوضع التشريحي Anatomical Position

- **التعريف:** وضع معين لجسم الإنسان متفق عليه عالميًا بين علماء التشريح لتسهيل دراسة ووصف مكونات الجسم المختلفة وتحديد علاقتها ببعضها.
- **الشروط:**
  - أن يقف الإنسان منتصبًا فلا يكون في وضع الجلوس أو النوم.
  - أن يكون الطرفان العلويان على جانبي الجسم بحيث تكون راحة اليد مواجهة للأمام والإبهام نحو الخارج (بعيدًا عن خط المنتصف).
  - أن يكون الطرفان السفليان ملتصقان بحيث تمتد كف القدم أفقيًا ويكون الإصبع الكبير نحو الداخل (قريبًا من خط المنتصف).
  - أن يكون الوجه ناظرًا للأمام، فالنظر لليمين أو اليسار لا يعبر عن وضع تشريحي سليم.


الوضع التشريحي
لجسم الإنسان
الهيكل المحوري
٨٠ عظمة
٢٩ الجمجمة والعظام الملحقة
٨ الجزء المخي
١٤ الجزء الوجهي
٢×٣ عظيمات سمعية
١ العظم اللامي
٢٥ القفص الصدري
١ القص
٢٤ الضلوع
٢٦ العمود الفقري
٧ العنقية
١٢ الظهرية
٥ القطنية
١ العجزية
١ العصعصية
الهيكل الطرفي
١٢٦ عظمة
٤ الحزام الصدري
٢×١ الترقوة
٢×١ لوح الكتف
٦٠ الطرفان العلويان
٢×١ العضد
٢×١ الكعبرة
٢×١ الزند
٢×٨ رسغ اليد
٢×٥ راحة اليد
٢×١٤ سلاميات اليد
٢ الحزام الحوضي
٢×١ عظام الحوض
٦٠ الطرفان السفليان
٢×١ الفخذ
٢×١ الرضفة
٢×١ القصبة
٢×١ الشظية
٢×٧ رسغ القدم
٢×٥ مشط القدم
٢×١٤ سلاميات القدم
البيانات المسبوقة بالعلامة هي بيانات للاطلاع فقط

مناظر مختلفة لهيكل عظمي به بعض الغضاريف





أ الهيكل المحوري

١ العمود الفقري

⊙ **يُعد العمود الفقري محور الهيكل العظمي** فهو يمثل دعامة رئيسية لباقى أجزاء الجسم، **حيث:**
- يتصل طرفه العلوي بالجمجمة.
- يتصل به في منطقة الصدر القفص الصدري والطرفان العلويان بواسطة عظام الكتف.
- يتصل به من أسفل الطرفان السفليان بواسطة عظام الحوض.

⊙ **يتكون العمود الفقري من ٣٣ فقرة** تقسم إلى خمس مجموعات وتختلف عن بعضها في الشكل تبعاً لمنطقة وجودها.

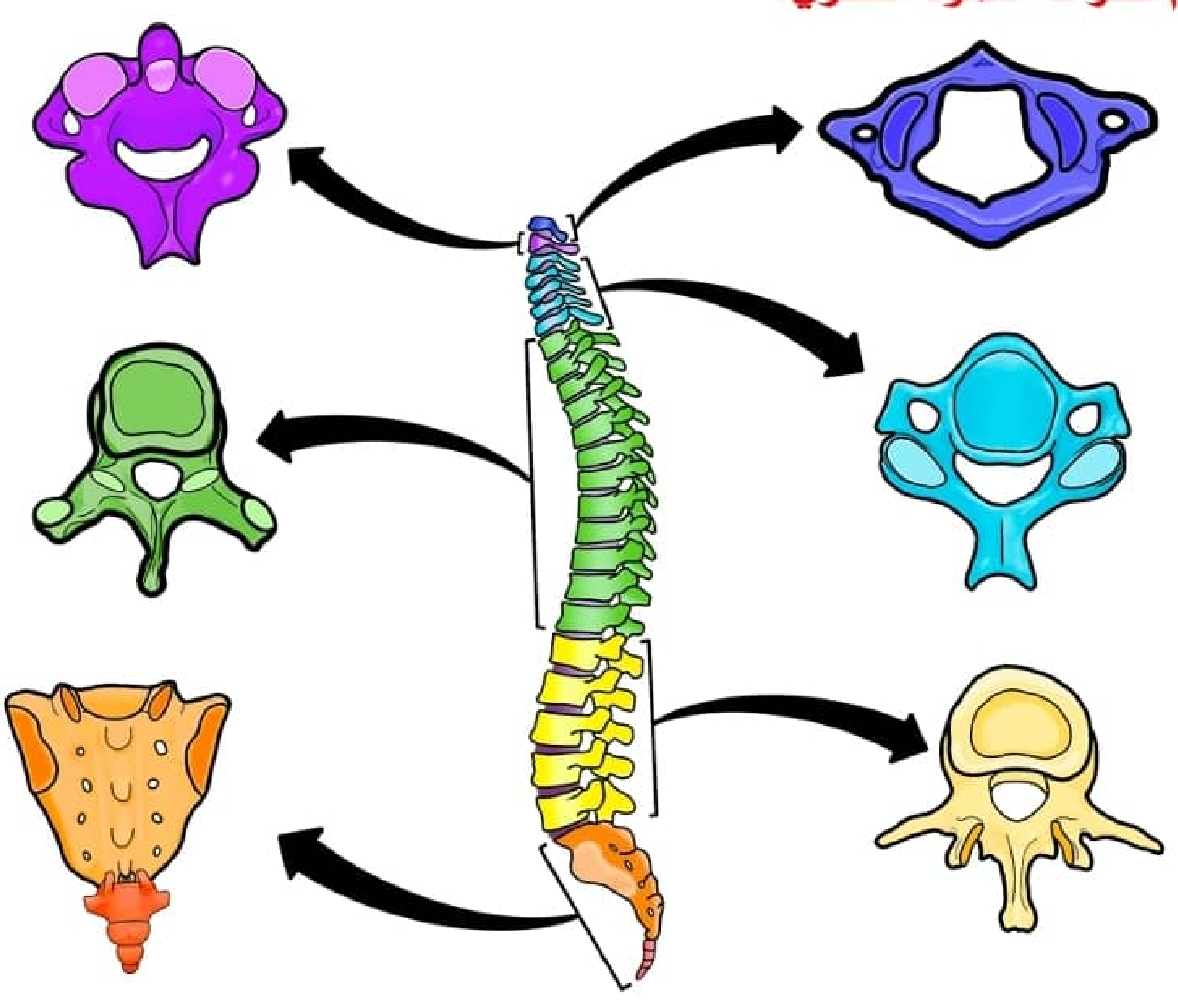
مناظر مختلفة للعمود الفقري

٧ فقرات عنقية
١٢ فقرة ظهرية
٥ فقرات قطنية
٥ فقرات عجزية
٤ فقرات عصعصية

محدب للأمام
مقعر للخلف
الناحية البطنية
الناحية الظهرية

منظر خلفي — منظر جانبي — منظر أمامي

- تقسيم فقرات العمود الفقري:



مجموعة	الفقرات العنقية	الفقرات الظهرية	الفقرات القطنية	الفقرات العجزية	الفقرات العصعصية
العدد	٧	١٢	٥	٥	٤
مكان الوجود	- توجد في العنق. - يبدأ من الجزء البطني للعظم القفوي للجمجمة.	الظهر وتواجه الصدر.	تواجه تجويف البطن (الأحشاء).	بين عظمتي الحرقفة في الحزام الحوضي.	نهاية العمود الفقري.
الحجم	متوسطة.	أكبر من العنقية في الحجم.	أكبر الفقرات حجمًا.	عريضة ومفلطحة.	أصغر الفقرات حجمًا.
الحالة	متمفصلة.	متمفصلة.	متمفصلة.	ملتحمة.	ملتحمة.
الترتيب	١ : ٧	٨ : ١٩	٢٠ : ٢٤	٢٥ : ٢٩	٣٠ : ٣٣
عدد العظام	٧	١٢	٥	١	١



ملحوظات من على الرسم

- يوجد في العمود الفقري للإنسان عدة انحناءات لتلائم وظيفته في تحمل وزن الجسم وإعطاء مساحة للأعضاء الداخلية للحركة بانتظام لتؤدي وظيفتها على أكمل وجه وهي كالتالي:

(١) انحناء عنقي: محدب للأمام ومقعر للخلف ويقابل الفقرات العنقية.

(٢) انحناء ظهري (صدري): مقعر للأمام ومحدب للخلف ويقابل الفقرات الظهرية (الصدرية) ويشغل بعض الأعضاء الحيوية المتحركة كالقلب والرئتين.

(٣) انحناء قطني: محدب للأمام ومقعر للخلف ويقابل الفقرات القطنية ويشغل معظم مكونات الجهاز الهضمي.

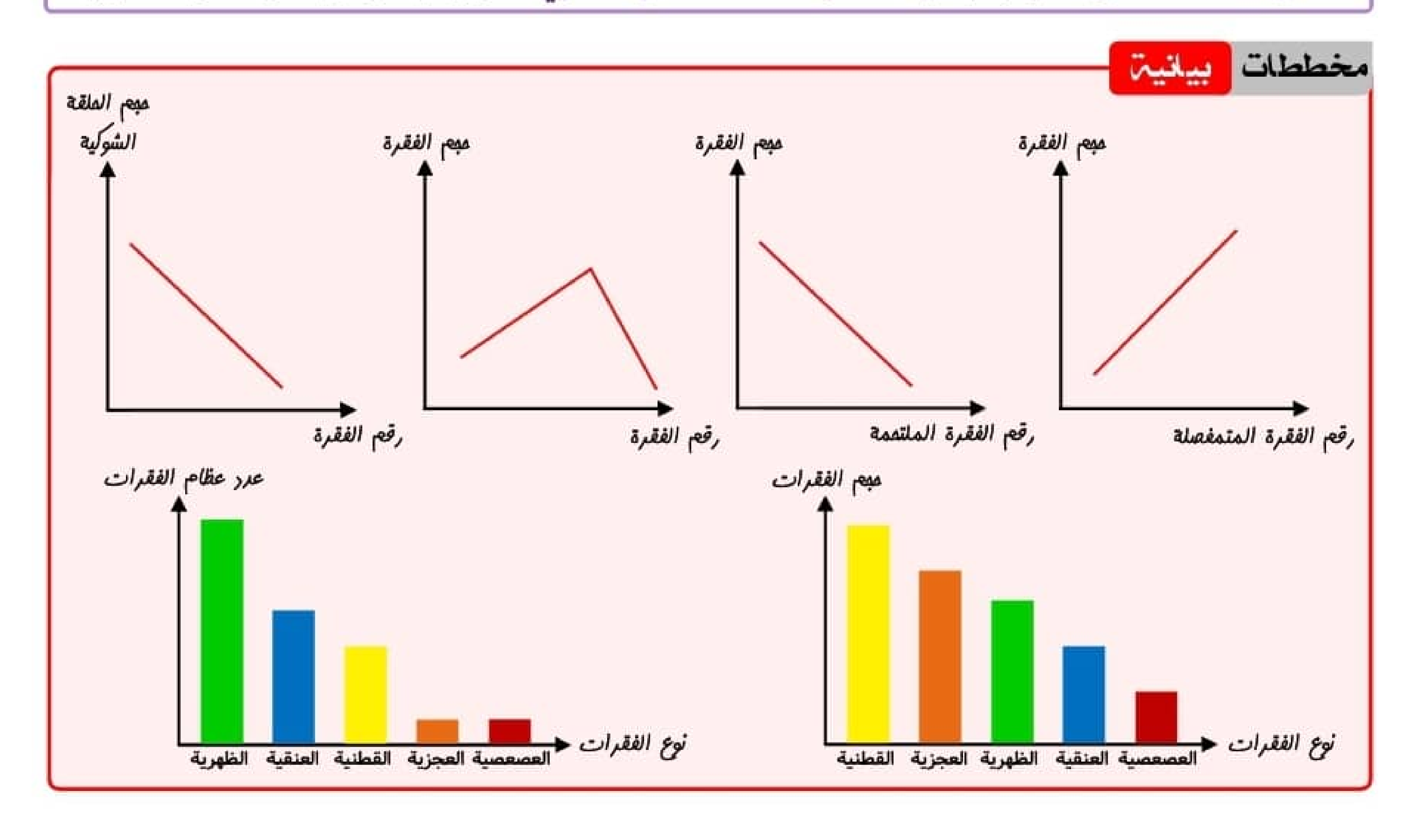
(٤) انحناء حوضي (عجزي): مقعر للأمام ومحدب للخلف ويقابل الفقرات العجزية والعصعصية ويعطى مساحة لبعض الأعضاء الحيوية كالمثانة البولية والمستقيم والرحم عند السيدات خاصة أثناء الحمل.

- أكبر انحناءات العمود الفقري يقع في منطقة الفقرات الظهرية.

ملحوظات

- يبلغ عدد عظام العمود الفقري في الإنسان ٢٦ عظمة؛ وذلك لالتحام الخمس فقرات العجزية معًا كعظمة واحدة، والأربع فقرات العصعصية معًا كعظمة واحدة.
- تزداد الفقرات المتمفصلة في الحجم بالاتجاه لأسفل بينما تتناقص الفقرات الملتحمة في الحجم بالاتجاه لأسفل.
  - ترتيب الفقرات المتمفصلة تنازليا حسب الحجم كالتالي: قطنية ثم صدرية ثم عنقية.
  - ترتيب الفقرات الملتحمة تنازليا حسب الحجم كالتالي: عجزية ثم عصعصية.
  - ترتيب فقرات العمود الفقري تنازليا حسب الحجم كالتالي: قطنية ثم عجزية ثم صدرية ثم عنقية ثم عصعصية.
  - الفقرة رقم ٢١ أكبر قليلًا من الفقرة رقم ١٨، وأكبر كثيرًا من الفقرة رقم ٤.
  - أكبر الفقرات المتمفصلة والملتحمة الفقرة القطنية الأخيرة والفقرة العجزية الأولى على الترتيب.
- الفقرة المنصفة للعنق الفقرة رقم ٤، بينما الفقرة المنصفة للعمود الفقري الفقرة رقم ١٧ وتقع ضمن الفقرات الظهرية.

مخططات بيانية



تركيب الفقرة العظمية النموذجية

جسم الفقرة

الجزء الأمامي السميك (ناحية البطن).

النتوءان المستعرضان

زائدتان عظميتان تتصلان بجسم الفقرة من الجانبين ويحمل كل منهما **نتوءً مفصليًا أماميًا**.

الحلقة الشوكية

حلقة عظمية، تتصل بجسم الفقرة من الخلف وتحيط بالقناة العصبية التي يمتد من خلالها الحبل الشوكي لحمايته.

النتوء الشوكي

زائدة خلفية مائلة إلى أسفل تحملها الحلقة الشوكية ويحمل نتوءين **مفصليين خلفيين**.



منظر علوي للفقرة العظمية

وظيفة العمود الفقري

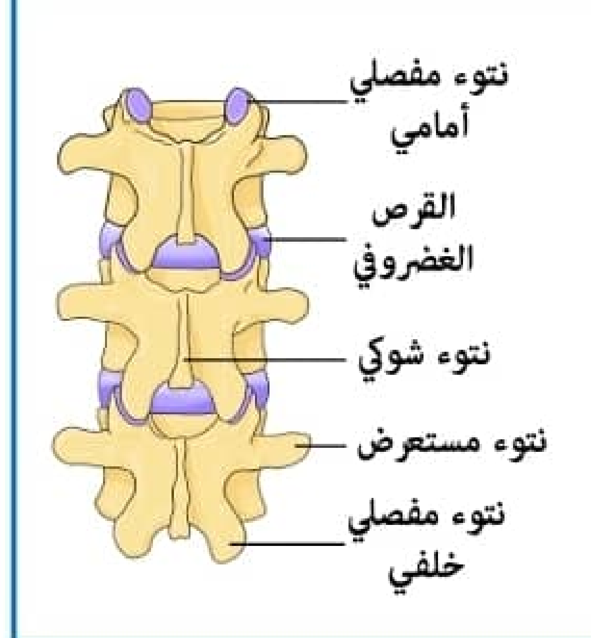
1. دعامة رئيسية للجسم.
2. حماية الحبل الشوكي.
3. حركة الرأس والنصف العلوي من الجسم.

ملحوظات من على الرسم

- تعتبر الفقرات القطنية والفقرات الظهرية مثالًا للفقرات النموذجية في العمود الفقري للإنسان **حيث تتركب كل منها من جسم الفقرة و٧ نتوءات (نتوءان مستعرضان ونتوءان مفصليان أماميان ونتوءان مفصليان خلفيان ونتوء شوكي).**

◆ تتمفصل الفقرة مع غيرها من فقرات العمود الفقري على النحو التالي:

- جسم الفقرة مع جسم الفقرة السابقة لها عن طريق قرص غضروفي (مفصل غضروفي محدود الحركة جدًا).
- جسم الفقرة مع جسم الفقرة التالية لها عن طريق قرص غضروفي (مفصل غضروفي محدود الحركة جدًا).
- النتوءان المفصليان الأماميان للفقرة مع النتوءين المفصليين الخلفيين للفقرة السابقة لها (مفصل زلالي محدود الحركة).
- النتوءان المفصليان الخلفيان للفقرة مع النتوءين المفصليين الأماميين للفقرة التالية لها (مفصل زلالي محدود الحركة).



ملحوظة

◆ الملائمة الوظيفية للفقرات أو للعمود الفقري:

- جسم الفقرة سميك وقوي؛ لتدعيم الجسم.
- تختلف في الشكل عن بعضها؛ تبعًا لمناطق وجودها.
- وجود قناة عصبية؛ ليمتد بداخلها الحبل الشوكي لحمايته.
- الثلاث مجموعات الأولى متمفصلة؛ لتسهيل حركة الرأس والنصف العلوي من الجسم.
- المجموعتان الأخيرتان ملتحمتان؛ لتثبيت العمود الفقري وتدعيم الجسم.
- وجود نتوءات مفصلية أمامية وخلفية للتمفصل مع بعضها مكونة مفاصل زلالية.
- وجود نتوءين مستعرضين في الفقرات الظهرية؛ لتتصل بهما الضلوع.
- وجود غضاريف بين الفقرات؛ لحمايتها من التآكل نتيجة احتكاكها المستمر ببعضها.

أضف إلى معلوماتك



◆ الفقرة العنقية الأولى (المعروفة بالأطلس) ليس لها جسم ولا نتوء شوكي.

◆ أكبر الحلقات الشوكية اتساعًا توجد في الفقرة العنقية الأولى حيث يقل سمك الحبل الشوكي تدريجيا بالاتجاه لأسفل.

◆ النتوءان المفصليان الأماميان للفقرة العنقية الأولى يتمفصلان مع عظام الجمجمة بواسطة مفصل زلالي لتساعد في حركة الرأس للأعلى وللأسفل.

◆ النتوءان المفصليان الخلفيان للفقرة العنقية الأولى (والمعروفة بالأطلس) يتمفصلان مع النتوءان المفصليان الأماميان للفقرة العنقية الثانية (والمعروفة بالمحور) بواسطة مفصل زلالي يسمح بحركة الرأس يمينا ويسارًا.

◆ الفقرات العجزية ليس لها نتوء شوكي ولا نتوء مستعرض.

◆ الفقرات العجزية ليس لها نتوءات مفصلية أمامية ماعدا الفقرة العجزية الأولى لها نتوءان مفصليان أماميان يتمفصلان مع النتوءين المفصليين الخلفيين للفقرة القطنية الخامسة بواسطة مفصل زلالي.

◆ الفقرات العصعصية ليس لها نتوءات مفصلية أمامية ولا نتوءات مفصلية خلفية.

◆ الفقرات العصعصية ليس بها نتوءات مستعرضة ماعدا الفقرة العصعصية الأولى لها نتوءان مستعرضان.

◆ يوصى عند حمل الأشياء الثقيلة بالجلوس على القدمين ثم حمل الأشياء حتى لا تتعرض الفقرات القطنية للكسر؛ لأنها تتحمل معظم وزن الجسم.

♦عدد النتوءات في العمود الفقري:
•الشوكية = ٢٣ (٦ عنقية + ١٢ ظهرية + ٥ قطنية) لأن الفقرة العنقية الأولى والفقرات العجزية والعصعصية ليس لها نتوء شوكي.
•المفصلية الخلفية = ٢ X (٧عنقية + ١٢ صدرية+ ٥ قطنية) = ٤٨
•المفصلية الأمامية = ٢ X (٧عنقية +١٢ صدرية + ٥ قطنية + الأولى العجزية) = ٥٠
•المستعرضة = ٢ X (٧عنقية +١٢ صدرية + ٥ قطنية + الأولى العصعصية) = ٥٠
♦يمتد الحبل الشوكي بداية من الثقب الكبير مرورًا بالحلقات الشوكية للفقرات العظمية للعمود الفقري وينتهي بين الفقرة القطنية الأولى والثانية، ويخرج منه ٣١ زوج من الأعصاب الشوكية (٨ عنقية - ١٢ صدرية - ٥ قطنية - ٥ عجزية - ١ عصعصية)، وأول زوج من الأعصاب الشوكية يخرج بين الفقرة العنقية الأولى والجمجمة لذا يكون عدد أزواج الفقرات العنقية ٨ وليس ٧.
♦حدوث كسر في الفقرات العنقية نتيجة التعرض لحادث عنيف قد يؤدي إلى قطع الحبل الشوكي عند هذه المنطقة وبالتالي حدوث شلل كلي (جميع أطراف الجسم).
♦حدوث كسر في الفقرات الظهرية أو القطنية نتيجة التعرض لحادث عنيف قد يؤدي إلى قطع الحبل الشوكي عند هذه المنطقة وبالتالي حدوث شلل نصفي (الطرفان السفليان فقط).

أداء ذاتي

٧ جميع الفقرات التالية فقرات عنقية ماعدا ....

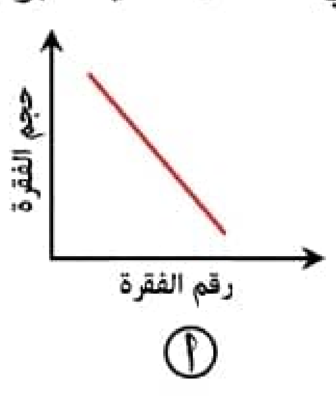

(أ)


(ب)

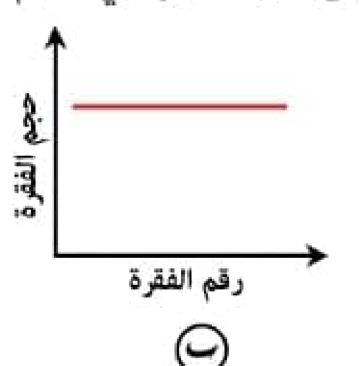

(ج)


(د)

٨ أي الأشكال التالية تعبر بشكل دقيق عن التغير في حجم الفقرات التي تواجه تجويف البطن بالاتجاه لأسفل ؟ ....



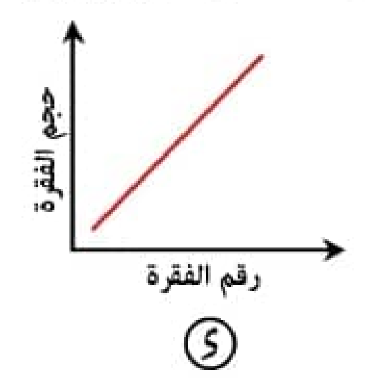
(أ)



(ب)



(ج)



(د)

٩ النسبة بين عدد عظام الفقرات القطنية وعدد عظام العجز في ذكر إنسان بالغ على الترتيب تساوي ....

(أ) ١:١
(ب) ١:٥
(ج) ٥:١
(د) ٥:٤

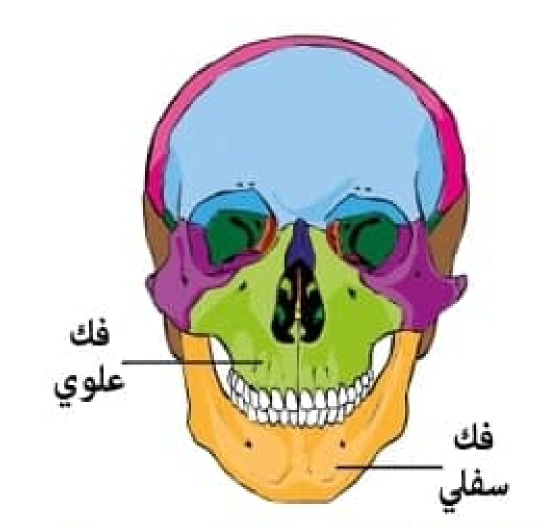
١٠ النتوء المفصلي الخلفي للفقرة ١٦ يتمفصل مع ....

(أ) النتوء المفصلي الأمامي للفقرة ١٥
(ب) النتوء المفصلي الخلفي للفقرة ١٥
(ج) النتوء المفصلي الأمامي للفقرة ١٧
(د) النتوء المفصلي الخلفي للفقرة ١٧

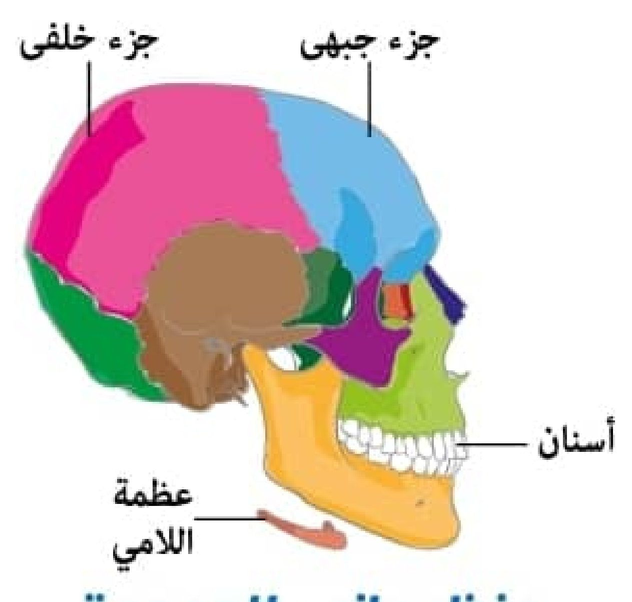
٢ الجمجمة

⊙ علبة عظمية تتكون من جزأين، هما:

الجزء الخلفي (المخي)		الجزء الأمامي (الجبهي أو الوجهي)
يتكون من ٨ عظام ولكنها تبدو كعظمة واحدة لأنها تتصل مع بعضها اتصالات متينة عند أطرافها المسننة بواسطة أنسجة ليفية تتحول مع تقدم العمر إلى أنسجة عظمية، تشكل تجويفًا يستقر فيه المخ لحمايته.	عدد العظام	يتكون من ١٤ عظمة.
• يشكل تجويفًا يستقر فيه المخ لحمايته. • يوجد في قاع الجزء المخي من الجمجمة ثقب كبير ... علل ؟ لكى يتصل من خلاله المخ بالحبل الشوكي.	الأهمية	يشمل عظام الوجه والفكين ومواضع أعضاء الحس (الأذنين - العينين - الأنف).



منظر أمامي للجمجمة



منظر جانبي للجمجمة

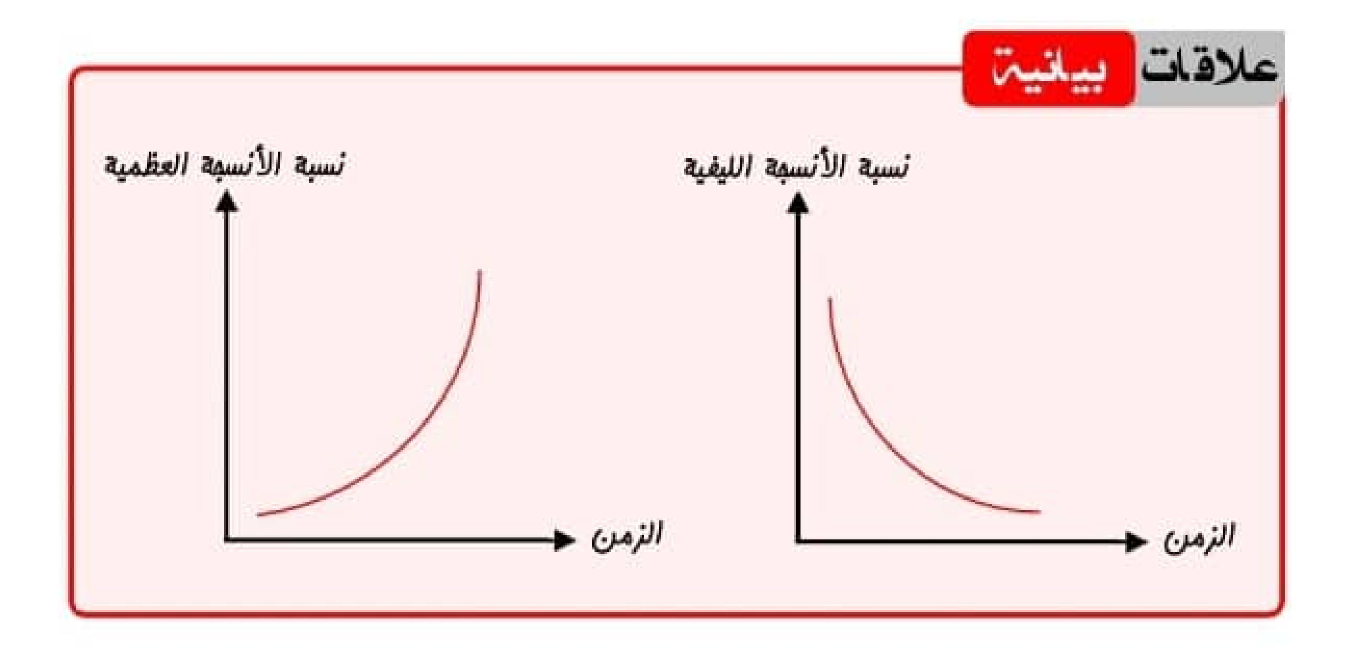


منظر سفلي للجمجمة

أضف إلى معلوماتك

- عدد عظام الجمجمة في طفل حديث الولادة أكبر من عدد عظام الجمجمة في البالغين.
- ترتبط عظام الجمجمة مع بعضها بواسطة أنسجة ليفية تتحول مع تقدم العمر إلى أنسجة عظمية وذلك لتسهيل عملية الولادة في بعض الحالات المتعسرة وتعطي مساحة لاكتمال نمو المخ بعد الولادة.
- جميع المفاصل التي تربط عظام الجمجمة ببعضها مفاصل ليفية عديمة الحركة ماعدا المفصل الموجود في الفك السفلي زلالي يسمح بالحركة ليساعد في عملية الكلام ومضغ الطعام.
- أصغر عظام الجسم حجمًا هي العظيمات السمعية، بينما أكبرها حجما هي عظمة الفخذ.
- العظمة التي لا تتصل بأي عظم في الجسم هي عظمة اللامي.

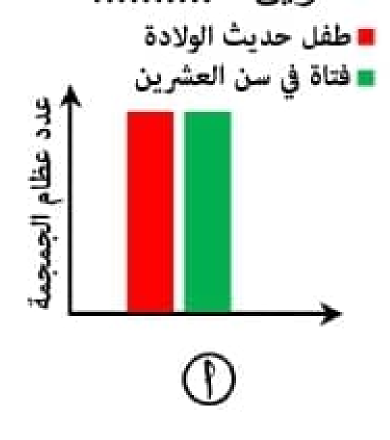
علاقات بيانية



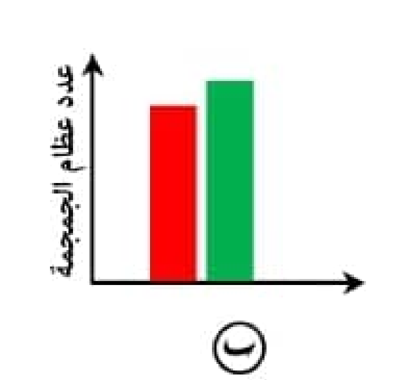
أداء ذاتي

١١ أي من المخططات البيانية التالية تعبر عن عدد عظام الجمجمة لدى كل من طفل حديث الولادة وفتاة في سن العشرين ؟ ....

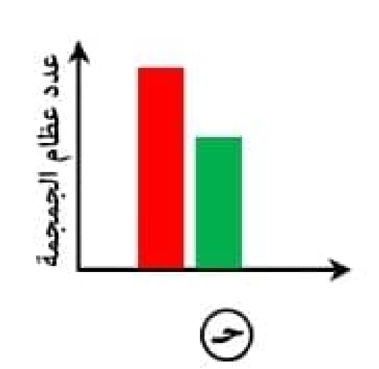
■ طفل حديث الولادة
■ فتاة في سن العشرين



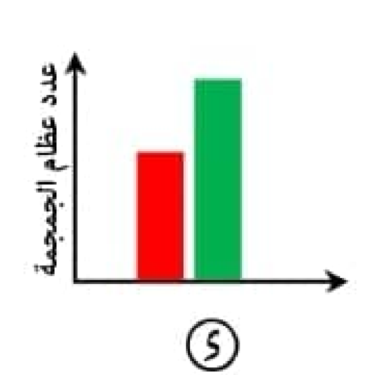
(أ)



(ب)



(جـ)



(د)

---

١٢ الجزء الهيكلي المسئول عن اتصال أجزاء الجهاز العصبي المركزي ببعضها ....

(أ) الحلقة الشوكية.
(ب) عظم اللامي
(جـ) الثقب الكبير
(د) المخيخ

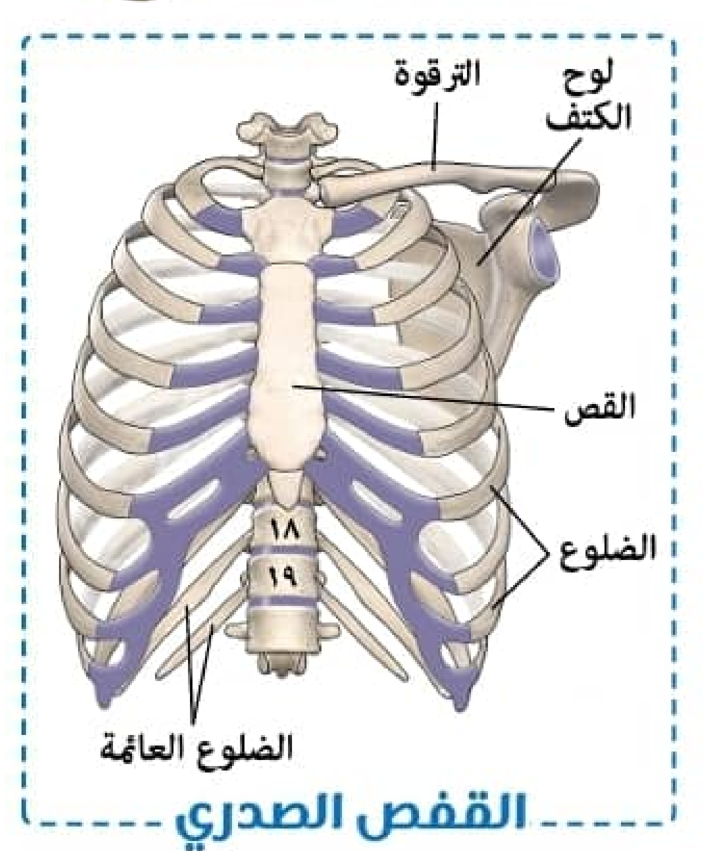
---

١٣ وجود الأنسجة الليفية بين عظام جمجمة الجنين يعمل على ....

(أ) تسهيل عملية الولادة
(ب) تهوية الأنسجة الداخلية للمخ
(جـ) اكتمال نمو المخ
(د) الأولى والثالثة



٣ القفص الصدري



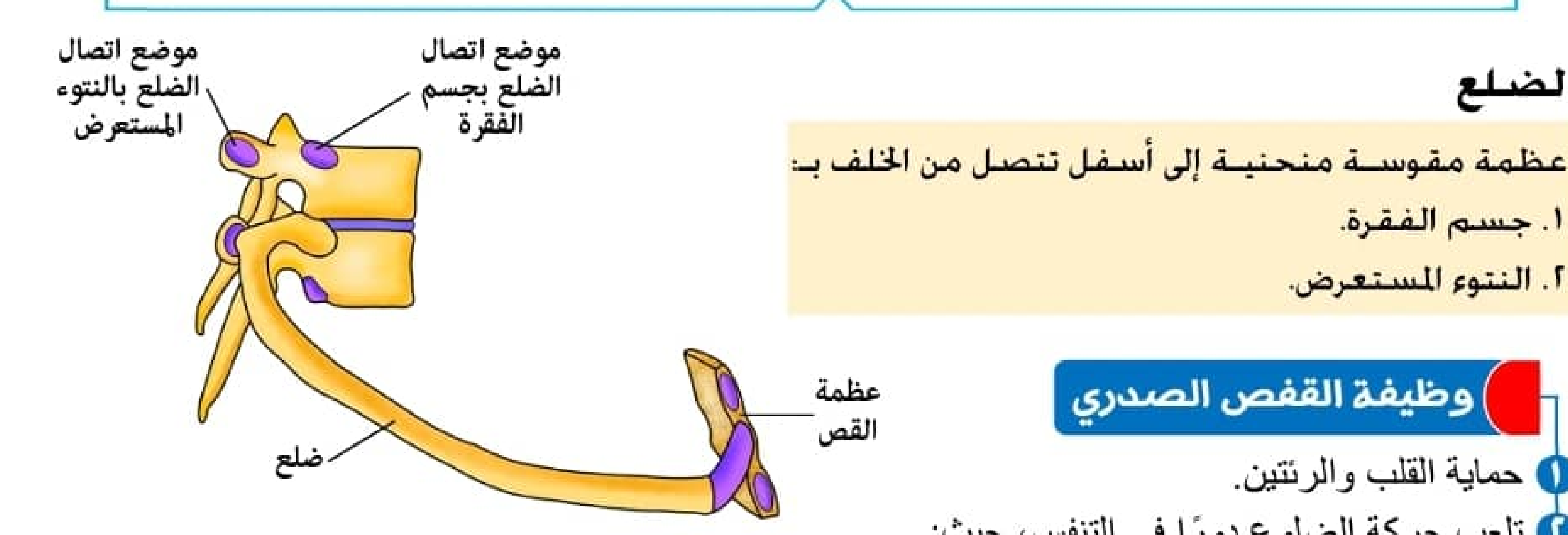
- علبة مخروطية الشكل تقريبًا، **تتصل من:**
  - الخلف بـ الفقرات الظهرية (١٢ فقرة من ٨ : ١٩).
  - الأمام بـ عظمة القص.
- **يتكون القفص الصدري من:** ٣٧ عظمة كالتالي:
  - اثني عشر زوجًا من الضلوع.
  - عظمة القص (عظمة واحدة).

تعريفها: عظمة مفلطحة ومدببة من أسفل جزؤها السفلي غضروفي يتصل بها العشرة أزواج الأولى من الضلوع.

  - مجموعة الفقرات الظهرية (١٢ فقرة).

تقسيم الاثني عشر زوجًا من الضلوع

العشرة أزواج الأولى	الزوجان الأخيران (الضلوع العائمة)
- أكبر طولا.	- قصيران.
- تصل بين الفقرات الظهرية وعظمة القص.	- لا يتصلان بعظمة القص.
- تتصل بالفقرات من (٨:١٧) من العمود الفقري.	- يتصلان بالفقرتين رقم ١٨ ، ١٩ للعمود الفقري.



الضلع

عظمة مقوسة منحنية إلى أسفل تتصل من الخلف بـ:
١. جسم الفقرة.
٢. النتوء المستعرض.

وظيفة القفص الصدري

1. حماية القلب والرئتين.
2. تلعب حركة الضلوع دورًا في التنفس، حيث:
   - تتحرك إلى الأمام وإلى الجانبين أثناء عملية الشهيق لتزيد اتساع التجويف الصدري.
   - تتحرك أثناء الزفير إلى الخلف والداخل (عكس ما يتم في عملية الشهيق).
3. يوجد بداخله نسيج نخاع العظام الأحمر المسئول عن إنتاج خلايا الدم الحمراء وخلايا الدم البيضاء وصفائح الدم.

أضف إلى معلوماتك

- **عند انقباض عضلة الحجاب الحاجز أثناء الشهيق يزداد فرق الضغط بين تجويف القفص الصدري والضغط الجوي الخارجي فيدخل الهواء من الخارج (الأعلى في الضغط الجوي) للداخل (الأقل في الضغط الجوي) والعكس صحيح عند انبساط عضلة الحجاب الحاجز أثناء الزفير.**

ملحوظات

- لو اتصلت كل الضلوع بعظمة القص من الأمام يؤدي ذلك إلى:
صعوبة عملية التنفس؛ لعدم حركة الضلوع إلى الأمام والجانبين أثناء عملية الشهيق وبالتالي عدم اتساع التجويف الصدري مما يؤدي لخلل في وظائف الجسم.
- رقم زوج الضلوع + ٧ = **رقم الفقرة المتصلة به.**
- عدد العظام التي تتصل بعظمة القص **٢٢ عظمة «٢٠ ضلع + ٢ عظمة الترقوة».**
- عدد الضلوع التي تتصل بعظمة القص **٢٠ ضلع.**

ملحوظات من على الرسم

- أنواع الضلوع في جسم الإنسان:
١- ضلوع حقيقية: **تمثل زوج الضلوع من ١ إلى ٧ وهذه الضلوع تتصل اتصالا مباشرا بعظمة القص من الأمام.**
٢- ضلوع كاذبة: **تمثل زوج الضلوع من ٨ إلى ١٠ وهذه الضلوع تتصل اتصالا غير مباشر بعظمة القص من الأمام.**
٣- ضلوع عائمة: **تمثل الزوجين ١١ ، ١٢ وهذه الضلوع لا تتصل بعظمة القص.**

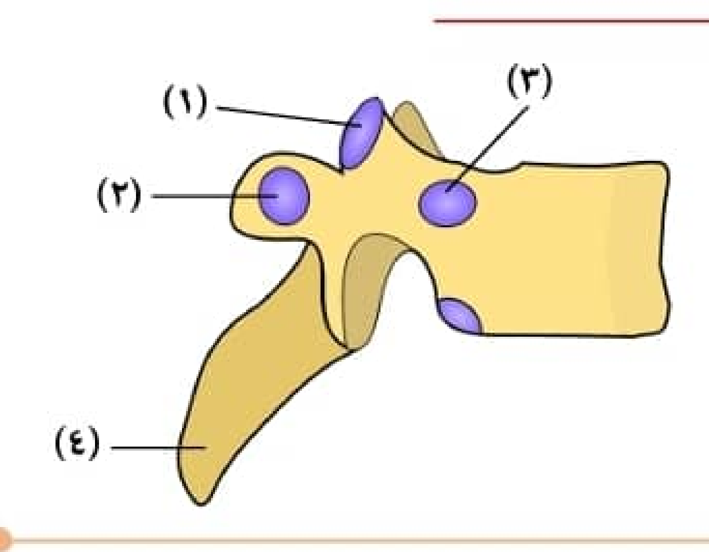
أداء ذاتي

١٤ النسبة بين طول زوج الضلوع رقم (٧) وطول زوج الضلوع رقم (١١) ....
(أ) أقل من الواحد
(ب) يساوي الواحد
(ج) أكبر من الواحد

١٥ جميع العبارات التالية صحيحة عن الضلوع ماعدا ....
(أ) مستوى الجزء الخلفي من الضلع أعلى من مستوى الجزء الأمامي
(ب) مستوى الجزء الأمامي من الضلع أعلى من مستوى الجزء الخلفي
(ج) تساهم في تكوين خلايا الدم الحمراء
(د) عظام مسطحة تحتوي بداخلها على نخاع العظام الأحمر

١٦ غضروفيّ زوج الضلوع الثاني يقعان في مستوى الفقرة رقم ....
(أ) ٥ (ب) ٧ (ج) ٩ (د) ١١

١٧ **في الشكل المقابل:**
أي الأجزاء المكونة للفقرة الظهرية الموضحة تتصل من خلالها الفقرة بالزوج الرابع من ضلوع القفص الصدري ؟ ....



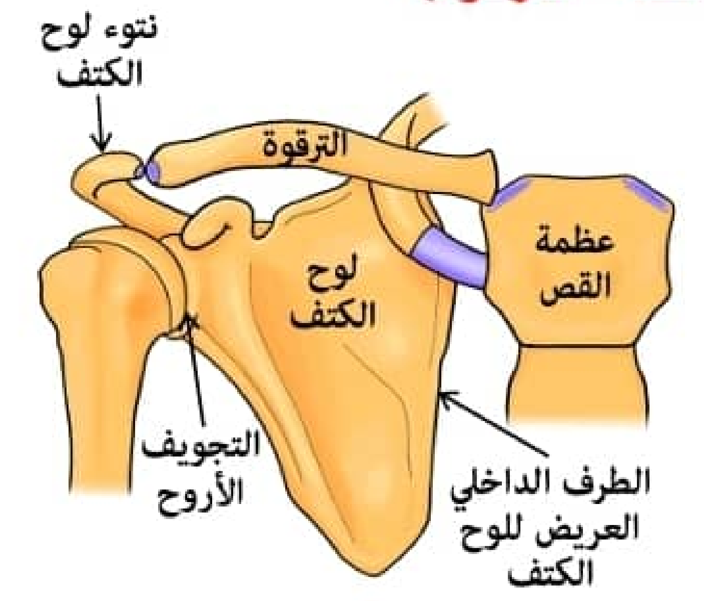
(أ) رقم (٣)، رقم (١)
(ب) رقم (٣)، رقم (٢)
(ج) رقم (٣) فقط
(د) رقم (٣)، رقم (٤)

ب الهيكل الطرفي يتكون من:

١ الحزام الصدري والطرفين العلويين

الحزام الصدري

يتكون من نصفين متماثلين يتركب كل نصف منهما من (لوح الكتف - الترقوة):



♦ **لوح الكتف:**

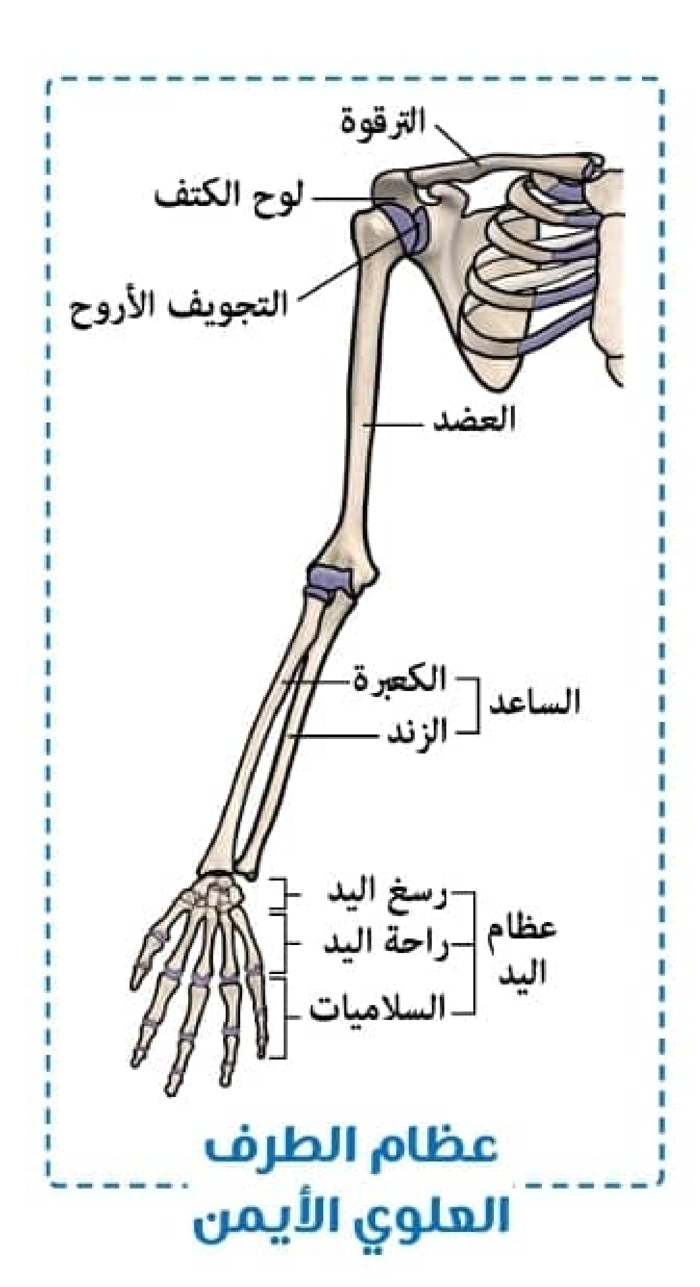
عظمة ظهرية مثلثة الشكل طرفها الداخلي عريض والخارجي مدبب به نتوء تتصل به الترقوة.. ، ويوجد عند الطرف الخارجي لها تجويف يسمى بـ **التجويف الأروح** تستقر فيه رأس عظمة العضد مكونًا مفصل الكتف.

♦ **الترقوة:**

عظمة باطنية أمامية رفيعة **تتصل:**

- من الأمام بـ عظمة القص
- من الجانب بـ نتوء عظمة لوح الكتف.

الطرفان العلويان



عظام الطرف العلوي الأيمن

يتكون كل طرف علوي من:

١ **العضد.**

٢ **الساعد، ويتكون من عظمتين هما:**

- **الزند:**

يحتوى طرفها العلوي على تجويف يستقر فيه النتوء الداخلي للعضد مكونًا مفصل الكوع.

- **الكعبرة:**

أصغر حجمًا من الزند، تتحرك حركة نصف دائرية حول عظمة الزند الثابتة.

٣ **عظام اليد، وتتكون من:**

- **رسغ اليد:**

يتكون من ٨ عظام منتظمة الشكل في صفين يتصل طرفها العلوي بالطرف السفلي للكعبرة ولا يتصل بالزند، ويتصل طرفها السفلي بعظام راحة اليد.

- **راحة اليد:**

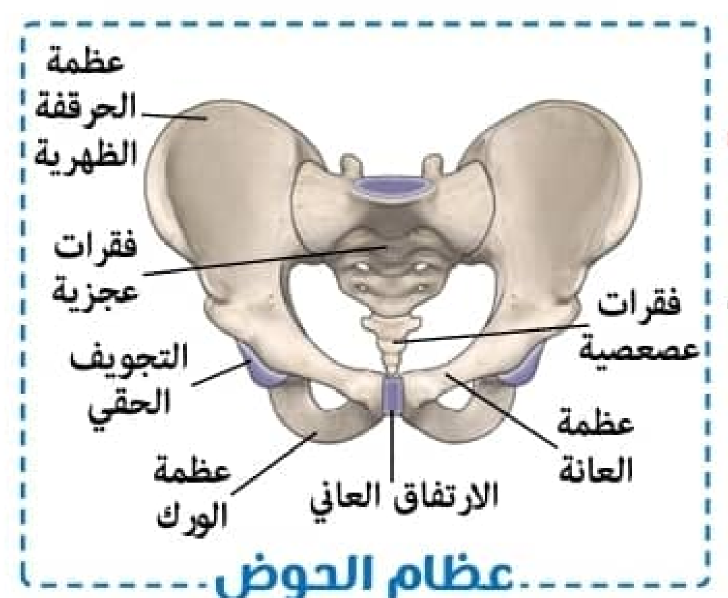
تتكون ٥ عظام رفيعة مستطيلة تؤدي إلى عظام الأصابع الخمسة.

- **أصابع اليد:**

٥ أصابع يتكون كل منها من ٣ سلاميات رفيعة ماعدا الإبهام يتكون من سلامتين فقط.

٣ الحزام الحوضي والطرفين السفليين

الحزام الحوض

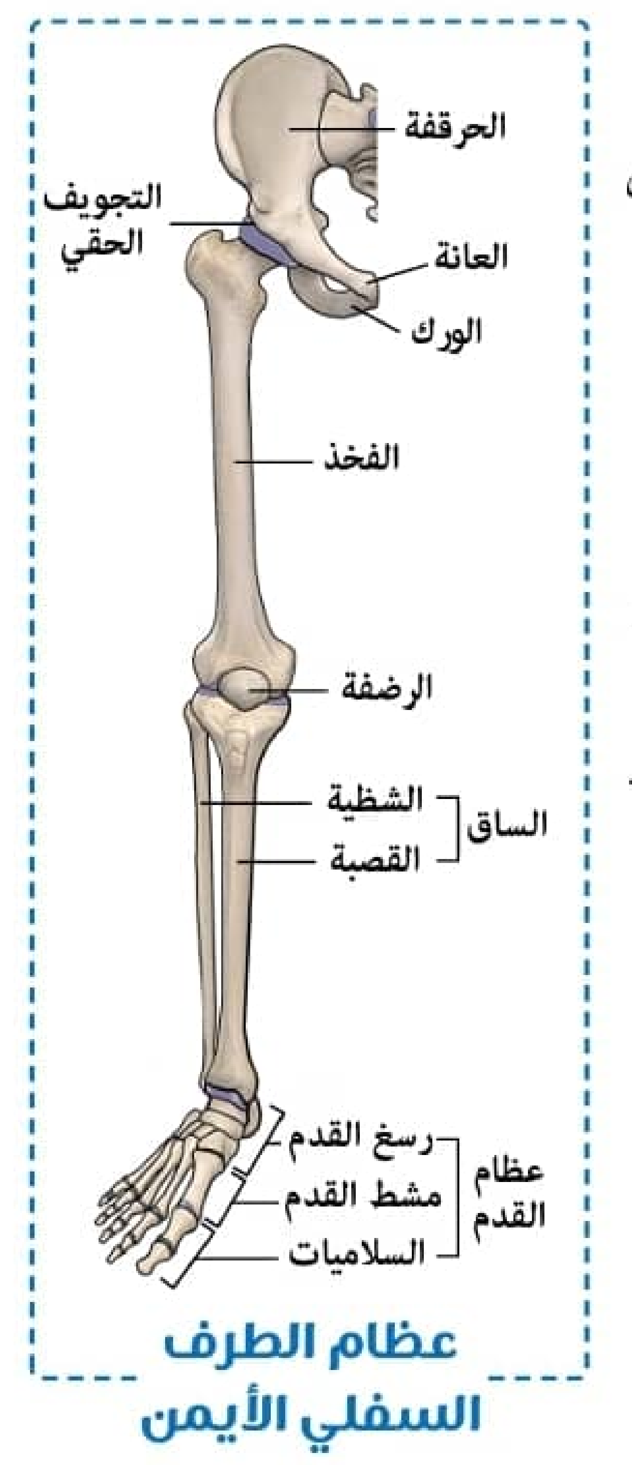


عظام الحوض

- **يتكـــون من نصـفين متماثلين يتركب كل نصـف منهما من: (الحرقفة الظهرية - العانة - الورك).**
- يلتحم النصفان في الناحية الباطنية في منطقة تسمى **الارتفاق العاني**.. وفي الناحية الظهرية يلتحمان بالفقرات العجزية.
- تتصل **عظمة الحرقفة** الظهرية من الناحية الباطنية:
  - الأمامية بـ**عظمة العانة**.
  - الخلفية بـ**عظمة الورك**.
- يوجد عند موضع اتصال الحرقفة بالورك والعانة تجويف عميق يسمى **التجويف الحقي** الذي يستقر فيه رأس عظمة الفخذ مكونًا مفصل الفخذ.
- تلتحم عظام كل نصـف ببعضـها مكونة عظمة واحدة، وبالتالي يتكون الحزام الحوضي من عظمتين فقط.



الطرفان السفليان



عظام الطرف السفلي الأيمن

يتكون كل طرف سفلي من:

1. **الفخذ:** عظمـة يوجـد بأسفلها نتوءان كبيران يتصلان بالساق عند المفصل الركبى الذي توجد أمامه عظمة صغيرة مستديرة تسمى **عظمة الرضفة**.
2. **الساق، يتكون من عظمتين هما:**
   - القصبة (الداخلية).
   - الشظية (الخارجية).
3. **عظام القدم، تتكون من:**
   - **رسـغ القدم:** يتكـون من ٧ عـظـام غير منتظمة الشكل أكبرها العظمة الخلفية التي تكون كعـب القدم.
   - **مشـط القدم:** يتكون من ٥ عظام رفيعة وطويلة ينتهي كل منها بإصبع.
   - **أصابع القدم:** يتكـون ٥ أصابع يتكون كل منها من ٣ سلاميات رفيعة، ما عدا إصبع الإبهام يتكون من سلاميتين فقط.

ملحوظات من على الرسم

- مفصل الكتف = رأس العضد + التجويف الأروح.
- مفصل الكوع = نتوء العضد الداخلي + تجويف الزند + رأس الكعبرة.
- مفصل الركبة = نتوءا الفخذ السفليان الكبيران + القصبة + الرضفة.
- في الوضع التشريحي للجسم يكون:
  - الإبهام جهة الخارج.
  - عظمة الكعبرة جهة الخارج ومواجهة للإبهام.



ملحوظات

- موضع اتصال نصفي عظام الحوض المتماثلين من الناحية الباطنية= الارتفاق العاني.
- موضع اتصال نصفي عظام الحوض المتماثلين من الناحية الظهرية= الفقرات العجزية.
- عدد تجاويف الهيكل الطرفي= ٦ «٢ تجويف أروح + ٢ تجويف زند + ٢ تجويف حقي».
- يتكون أي طرف (علوي أو سفلي) من ٣٠ عظمة، وذلك لزيادة عظمة الرضفة في الطرف السفلي مع نقص عظمة من رسغ القدم في الطرف السفلي ليكون العدد متساويًا.

أضف إلى معلوماتك

- مفصل الركبة أكبر مفاصل الجسم وأكثرها تعقيدًا.
- مفصل الكتف أكثر مفاصل الجسم مرونة لذلك يكون عرضة للخلع بصورة مستمرة.
- مفصل الفخذ أكثر استقرارًا من مفصل الكتف؛ لأن التجويف الحقي أكثر عمقًا واتساعًا من التجويف الأروح.
- لو اتصلت عظمتا الساعد بالطرف السفلي لعظمة العضد وبالطرف العلوي لعظام رسغ اليد لن تتحرك عظمة الكعبرة حركة نصف دائرية حول عظمة الزند الثابتة مما يؤدي إلى خلل في أداء وظائف الجسم الميكانيكية.
- أنواع العظام في جسم الإنسان:
  ١- عظام طويلة: أسطوانية التركيب ومجوفة ولها نهايتان عريضتان عند كل طرف مثل العضد ، الفخذ ، القصبة .
  ٢- عظام مسطحة: مفلطحة الشكل وعريضة مثل لوح الكتف ، القص ، الجمجمة.
  ٣- عظام قصيرة: قوية ومتينة وأبعادها متساوية نسبيا مثل الرضفة.
  ٤- عظام غير منتظمة: مختلفة الشكل والأبعاد صلبة مثل الفقرات.
- عظمة الترقوة من العظام الطويلة ولكنها العظمة الطويلة الوحيدة الأفقية في الجسم والباقي يمتد بشكل رأسي.
- حالات القدم المرضية:
  - القدم المسطحة Flat foot: حالة مرضية يصاحبها استقامة وعدم تقوس عظام باطن القدم (غالبًا الرسغ والأمشاط) نتيجة خلل في التكوين الجنيني أو ضعف الاربطة التي تربط هذه العظام ببعضها.
  - حالة القدم المخلبية Claw foot: حالة مرضية يصاحبها زيادة تقوس واعوجاج لعظام باطن القدم (غالبًا الرسغ والأمشاط) للداخل نتيجة خلل في التكوين الجنيني أو ضيق الرحم أو التفاف الحبل السري حول القدم.


تقوس مخلبي


تقوس طبيعي


تقوس مسطح

مقارنة بين عظمة الكعبرة وعظمة الزند

عظمة الكعبرة		عظمة الزند
أصغر حجمًا.	الحجم	أكبر حجمًا.
تتحرك حركة نصف دائرية حول عظمة الزند.	الحركة	ثابتة لا تتحرك حول عظمة الكعبرة.
تتصل من الأسفل بالطرف العلوي لرسغ اليد.	الاتصال برسغ اليد	لا تتصل بعظام رسغ اليد.
توجد جهة الخارج.	الوضع التشريحي	توجد جهة الداخل.



مقارنة بين تجاويف الهيكل العظمي:

التجويف	التجويف الأروح	تجويف الزند	التجويف الحقي
مكان الوجود	الطرف الخارجي المدبب لعظمة لوح الكتف.	الطرف العلوي لعظمة الزند.	موضع اتصال الحرقفة الظهرية بالورك والعانة ضمن عظام الحوض.
الأهمية	يستقر فيه رأس عظمة العضد مكونًا مفصل الكتف.	يستقر فيه النتوء الداخلي لعظمة العضد مكونًا مفصل الكوع.	يستقر فيه رأس عظمة الفخذ مكونًا مفصل الفخذ.



أداء ذاتي

١٨ يتصل الطرف العلوي بالهيكل المحوري مباشرة عن طريق اتصال ....

(أ) لوح الكتف بالضلوع

(ب) لوح الكتف بالفقرات

(ج) الترقوة بالضلوع

(د) الترقوة بالقص

---

١٩ الطرف العلوي للزند به تجويف يستقر فيه النتوء الداخلي للعضد، الساعد محدود الحركة للخلف ....

(أ) العبارتان صحيحتان وبينهما علاقة

(ب) العبارتان صحيحتان وليس بينهما علاقة

(ج) العبارة الأولى صحيحة والثانية خطأ

(د) العبارة الأولى خطأ والثانية صحيحة

---

٢٠ أي الأشكال الآتية تمثل منظرًا خلفيًا لعظام الكتف الأيسر ؟ ....

(أ) (ب) (ج) (د)

---

٢١ جميع العبارات التالية صحيحة ماعدا ....

(أ) عظام الحوض أكثر اتساعا عند المرأة عن الرجل

(ب) عظمة القصبة ثاني أكبر عظمة في الجسم بعد الفخذ

(ج) أكبر مفاصل الجسم هو مفصل الكتف

(د) عظمة الكعبرة تواجه الإبهام في الوضع التشريحي للجسم

---

٢٢ أكبر عظام الجسم حجمًا هي عظمة ....

(أ) العضد

(ب) الشظية

(ج) القصبة

(د) الفخذ

---

٢٣ عدد التجاويف الموجودة في طرف سفلي واحد يساوي ....

(أ) صفر

(ب) ١

(ج) ٢

(د) ٣

ثانيًا الغضاريف

مادة خلالية
ألياف الكولاچين
خلية غضروفية

النسيج الغضروفي

نوع النسيج: ضام هيكلي كالعظام.

التركيب: تتكون من خلايا غضروفية ومادة خلالية وألياف الكولاچين.

الإمداد الدموي: لا تحتوي على أوعية دموية **لذلك:**

- تحصل على الغذاء والأكسجين من الخلايا المجاورة مثل (خلايا العظام) بالانتشار.
- لا تتعرض لنزيف داخلي عند موضع احتكاك العظام مع بعضها.

اللون: غالبًا أبيض أو أصفر؛ لأنها لا تحتوي على أوعية دموية.

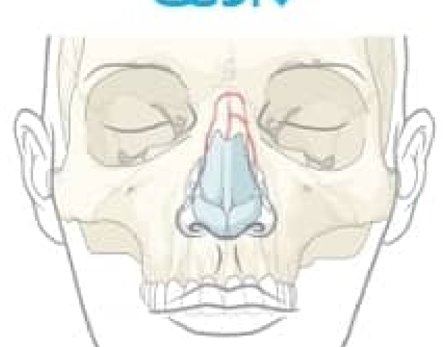
معدل الالتئام: يستغرق وقتًا طويلاً؛ لأنها لا تحتوي على أوعية دموية فتحصل على الغذاء والأكسجين من الخلايا المجاورة مثل (خلايا العظام) بالانتشار.

درجة الصلابة: أقل صلابة من العظام؛ لأن الأنسجة الغضروفية لا تحتوي على الكالسيوم، بينما أنسجة العظام يترسب فيها نسبة كبيرة من الكالسيوم الذي يعمل على زيادة صلابتها.

مكان الوجود:

١ تشكل بعض أجزاء الجسم، مثل: (الأذن ـ الأنف ـ الشعب الهوائية).

- الأذن
- الأنف



- الشعب الهوائية

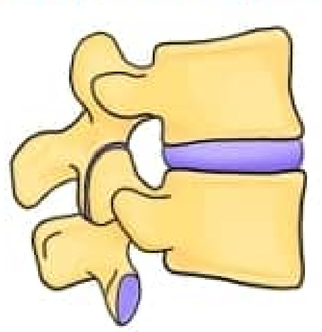


٢ توجد غالبًا..

- عند أطراف العظام خاصةً عند المفاصل



- وبين فقرات العمود الفقري



الأهمية: حماية العظام من التآكل نتيجة احتكاكها المستمر ببعضها حيث تقلل من قوة احتكاك عظمتي (أو عظام) المفصل.

أضف إلى معلوماتك

أنواع الغضاريف في جسم الإنسان:

١- شفافة أوزجاجية: قوية ومرنة مثل (الأنف - الشعب الهوائية للرئتين - الأسطح المتمفصلة).

٢- ليفية: أكثرها قوة ومتانة مثل الأقراص الغضروفية بـ(العمود الفقاري والارتفاق العاني).

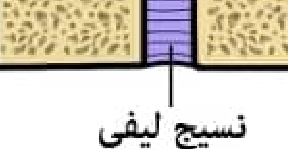
٣- مرنة: أكثرها مرونة مثل (صيوان الأذن – لسان المزمار).

ثالثًا المفاصل

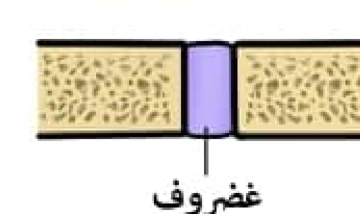
موقع التقاء عظمتين أو أكثر.

أنواع المفاصل: ثلاثة أنواع:







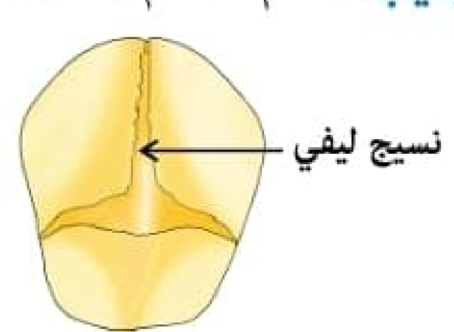

٣ المفاصل الزلالية

غضروف

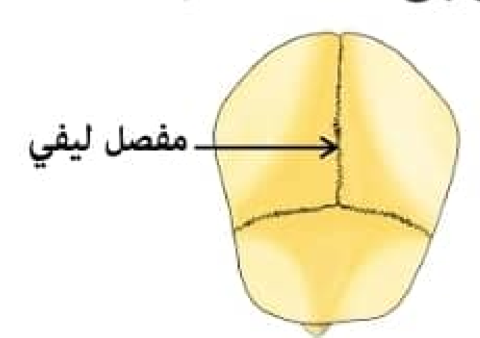
سائل زلالي

١ المفاصل الليفية

التركيب: تلتحم العظام عند هذه المفاصل بواسطة أنسجة ليفية تتحول مع تقدم العمر إلى أنسجة عظمية.



تتحول الأنسجة الليفية إلى أنسجة عظمية
مع تقدم العمر



مدى الحركة: معظمها لا يسمح بالحركة.

الأمثلة: المفاصل التي توجد عند عظام الجمجمة وتربطها معًا عند أطرافها المسننة.

٢ المفاصل الغضروفية

التركيب: تربط بين نهايات بعض العظام المتجاورة بواسطة غضاريف.

مدى الحركة: معظمها يسمح بحركة محدودة جدًا.

الأمثلة: المفاصل التي توجد بين فقرات العمود الفقري.



مفصل غضروفي

٢ المفاصل الزلالية

الانتشار: تشكل معظم مفاصل الجسم.

الخصائص: مفاصل مرنة تتحمل الصدمات.

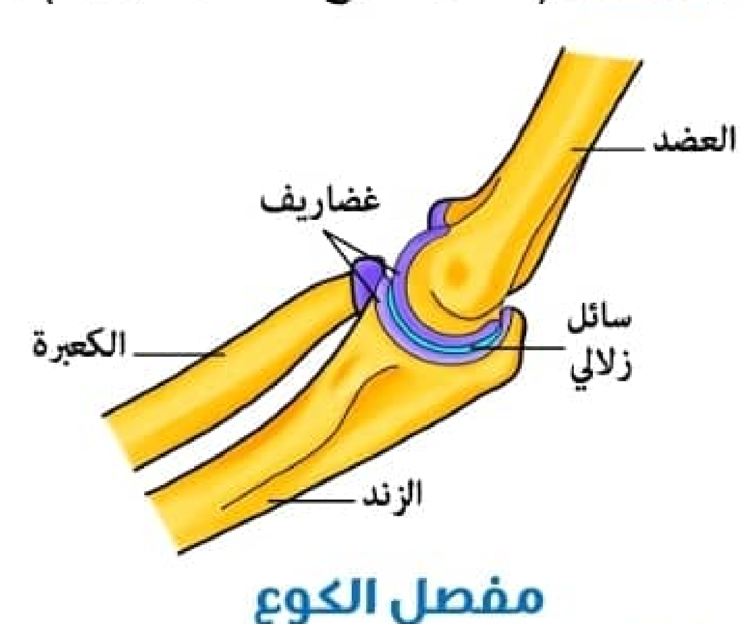
التركيب:

- يغطي سطح العظام المتلامسة في هذه المفاصل طبقة رقيقة من مادة غضروفية شفافة ملساء مما يسمح بحركة العظام بسهولة وبأقل احتكاك.
- تحتوى على سائل مصلى أو زلالي يسهل من انزلاق الغضاريف التي تكسو أطراف العظام.

مدى الحركة: تنقسم حسب نوع الحركة إلى:

❶ **مفاصل محدودة الحركة:** تسمح بحركة أحد العظام في اتجاه (مستو) واحد فقط.

الأمثلة: (مفصل الكوع - مفصل الركبة).



مفصل الكوع

❷ **مفاصل واسعة الحركة:** تسمح بحركة العظام في اتجاهات (مستويات) مختلفة.

الأمثلة: (مفصل الكتف - مفصل الفخذ).

وسادة غضروفية
رباط
وتر
العضد
عضلة
التجويف الأروح
الترقوة
عضلة
لوح الكتف

مفصل الكتف

ملحوظات

- **عند غياب السائل الزلالي من مفاصل الركبة: يحدث تآكل للغضاريف التي تكسو أطراف العظام المكونة لمفصل الركبة نتيجة احتكاك هذه الغضاريف ببعضها مما يؤدي لصعوبة حركة المفصل وعلى المدى البعيد قد تتعرض العظام للتآكل أيضًا.**
- **لا توجد المفاصل الغضروفية بين جميع فقرات العمود الفقري؛ لأنه لا يوجد مفاصل غضروفية بين الفقرات العجزية وبعضها والفقرات العصعصية وبعضها؛ لأنها فقرات ملتحمة معًا.**

أداء ذاتي

٢٤ أي التراكيب الهيكلية التالية تتكون من جزء عظمي وجزء غضروفي لدى فتاة في سن العشرين ؟ ....

ⓐ القص ⓑ الأنف ⓒ الأذن ⓓ جميع ما سبق

٢٥ معدل التئام النسيج الغضروفي بطئ جدًا، ويعمل النسيج الغضروفي دائمًا على حماية العظام من التآكل ....

ⓐ العبارتان صحيحتان وبينهما علاقة
ⓑ العبارة الأولى صحيحة والثانية خطأ
ⓒ العبارة الأولى خطأ والثانية صحيحة
ⓓ العبارتان خطأ ولا توجد بينهما علاقة

٢٦ توجد أنسجة ليفية بين عظام الجزء المخي من الجمجمة لطفل حديث الولادة، وجميع مفاصل الجمجمة لهذا الطفل لا تسمح بالحركة.

ⓐ العبارتان صحيحتان
ⓑ العبارة الأولى صحيحة والثانية خطأ
ⓒ العبارة الأولى خطأ والثانية صحيحة
ⓓ العبارتان خطأ

٢٧ أي العظام التالية تشارك بتجويف في تكوين مفصل زلالي واسع الحركة ؟ ....

ⓐ الزند ⓑ العضد ⓒ لوح الكتف ⓓ الكعبرة

٢٨ أي العظام التالية تشارك بتجويف في تكوين مفصل زلالي محدود الحركة ؟ ....

ⓐ الزند ⓑ العضد ⓒ الفخذ ⓓ القصبة

أضف إلى معلوماتك

أنواع المفاصل الزلالية:

مفصل كروي حقي
ثنائي المحور (واسع الحركة)
مثل: المفصل الفخذ.

مفصل مداري
أحادي المحور (محدود الحركة)
مثل: المفصل بين الفقرة العنقية الأولى والثانية.

مفصل لقمي
ثنائي المحور (واسع الحركة)
مثل: مفصل رسغ اليد بين الكعبرة والثلاث عظام القريبة من رسغ اليد.

مفصل رزي
أحادي المحور (محدود الحركة)
مثل: مفصل الكوع

مفصل انزلاقي
ليس له محاور حركة
مثل: المفاصل بين عظام رسغ اليد ببعضها.

مفصل سرجي
ثنائي المحور (واسع الحركة)
مثل: المفصل بين عظام الرسغ والأمشاط.

رابعًا وخامسًا الأربطة والأوتار

	الأربطة	الأوتار
وجه الشبه	كلاهما أنسجة ضامة ليفية يدخل في تركيبها بروتين الكولاچين بشكل أساسي وتتصل بالعظام عند المفاصل.	
مكان وجودها	تصل العظام ببعضها عند المفاصل.	تصل العضلات بالعظام عند المفاصل.
وظيفتها	♦ربط العظام ببعضها عند المفاصل. ♦تحديد مدى حركة العظام عند المفاصل في الاتجاهات المختلفة حسب محاور الحركة.	ربط العضلات بالعظام عند المفاصل وبالتالي ضمان حدوث الحركة عند انقباض أو انبساط العضلات.
مرونتها	أكثر مرونة من الأوتار ... علل ؟ حتى تسمح بزيادة طولها قليلًا عند تعرض المفصل لضغط خارجي قوي فلا تنقطع.	أقل مرونة من الأربطة.
متانتها	أقل متانة وقوة من الأوتار.	أكثر متانة وقوة من الأربطة.
الأمثلة	**الأربطة الموجودة في المفصل الركبة:** • **رباط صليبي أمامي.** • **رباط صليبي خلفي.** ← **بين الفخذ والقصبة.** • **رباط وسطي.** • **رباط جانبي.** ← **بين الفخذ والشظية.** **الأربطة في مفصل الركبة اليمنى (منظر أمامي) غابت عنه الرضفة**	**وتر أخيل ..** يصل العضلة التوأمية (العضلة الخلفية أو عضلة بطن الساق) بـ عظمة كعب القدم (العظمة الخلفية) مما يساعد على حركة كعب القدم عند انقباض وانبساط العضلة مما يؤدي للمشي. **وتر أخيل**

أضف إلى معلوماتك

♦ التئام الأربطة بطيء ويستغرق مدة زمنية أطول مقارنة بالأوتار لكون الأربطة يغذيها عدد أقل من الأوعية الدموية.

أضف إلى معلوماتك

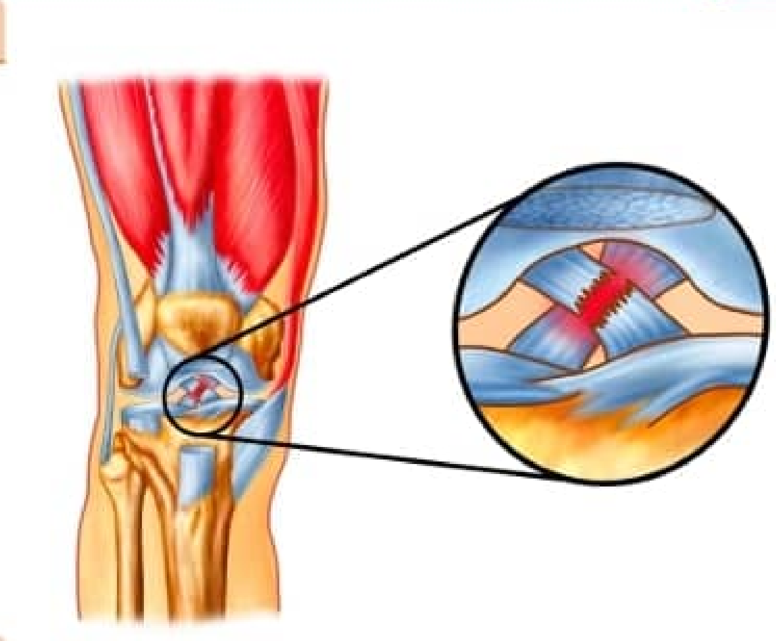
♦ الفرق بين المنظر الأمامي والمنظر الخلفي لـمفصل الركبة:

١- المنظر الأمامي: يتم تحديده إما عن طريق:
- وجود عظمة الرضفة.
- وجود لقمة واحدة في نهاية عظمة الفخذ في حالة إزالة عظمة الرضفة.
- البروز الموجود في عظمة القصبة من الأمام.

٢- المنظر الخلفي: يتم تحديده عن طريق:
- وجود لقمتين في نهاية الفخذ.
- ظهور رأس عظمة الشظية كاملة.



مقارنة بين تمزق الرباط الصليبي وتمزق وتر أخيل:

	تمزق الرباط الصليبي	تمزق وتر أخيل
الشكل		
الأسباب	١- حدوث التواء. ٢- فقد الرباط مرونته. ٣- تعرض مفصل الركبة لضغط خارجي قوي.	١- بذل مجهود عنيف. ٢- تقلص العضلة التوأمية بشكل مفاجئ. ٣- انعدام المرونة في العضلة التوأمية.
الأعراض	♦ عدم القدرة على المشي. ♦ آلام حادة وتورم سريع عند مفصل الركبة. ♦ انعدام الثبات في مفصل الركبة.	♦ عدم القدرة على المشي. ♦ آلام حادة. ♦ ثقل في حركة القدم.
العلاج	• استخدام أدوية مضادة للالتهابات ومسكنة للآلام. • استخدام جبيرة طبية. • التدخل الجراحي في بعض الحالات. • الراحة التامة وعدم بذل مجهود حركي.	• استخدام أدوية مضادة للالتهابات ومسكنة للآلام. • استخدام جبيرة طبية. • التدخل الجراحي وذلك في حالة إذا كان تمزق الوتر كاملا.

ملحوظات

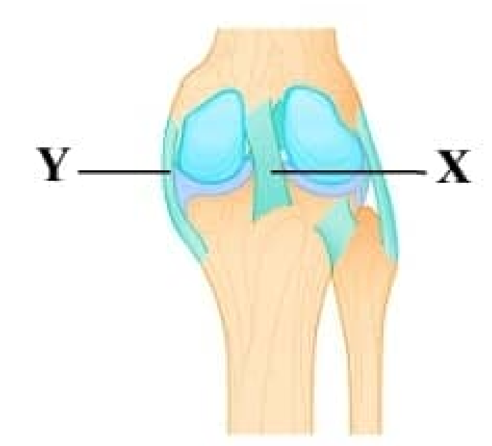
- يؤدي تمزق الرباط الصليبي إلى انعدام الثبات في مفصل الركبة حيث إن الرباط الصليبي يعمل على ربط عظمة الفخذ بعظمة القصبة عند مفصل الركبة كما أنه يساعد على تحديد حركة الساق عند مفصل الركبة وبالتالي تمزق الرباط الصليبي يجعل عظام مفصل الركبة مفككة وغير مرتبطة ببعضها.
- لا توجد أربطة في المفاصل الليفية حيث إن العظام عند هذه المفاصل تتصل مع بعضها بواسطة أنسجة ليفية تتحول مع تقدم العمر إلى أنسجة عظمية.
- عظام الجزء الخلفي (المخي) من الجمجمة لا تحتوي على أربطة.
- للأوتار دور مشترك بين الجهاز الهيكلي والجهاز العضلي حيث إنها تربط العضلات بالعظام عند المفاصل مما يسمح بالحركة عند انقباض أو انبساط العضلات.

أداء ذاتي

٢٩ النسبة بين عدد الأربطة التي تتصل بعظمة الفخذ وعدد الأربطة التي تتصل بعظمة الشظية عند المفصل الركبي لذكر إنسان بالغ يساوي ....

(أ) ١:١ (ب) ١:٢ (ج) ١:٣ (د) ١:٤

٣٠ أي البدائل التالية تتفق مع الشكل المقابل ؟ ....



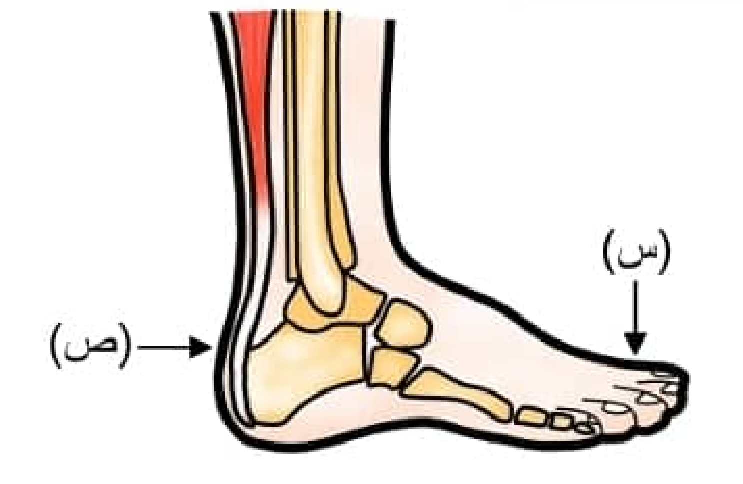
	المنظر	اتجاه الهيكل	X	Y
(أ)	أمامي	أيسر	رباط صليبي أمامي	رباط وسطي
(ب)	أمامي	أيمن	رباط صليبي أمامي	رباط جانبي
(ج)	خلفي	أيسر	رباط صليبي خلفي	رباط وسطي
(د)	خلفي	أيمن	رباط صليبي خلفي	رباط وسطي

٣١ **في الشكل المقابل:** إذا كان التركيبان س، ص يتركبان من نفس النسيج والتركيب ع يربط بينهما.
فماذا يمثل الرمز ل ؟ ....

ع ل س ص

(أ) وتر
(ب) رباط
(ج) مفصل
(د) عضلة

٣٢ أي البدائل التالية تعبر عن اتجاه حركة الأجزاء (س)، (ص) من القدم عند وصول إشارة عصبية منتظمة للعضلة التوأمية ؟ ....



	اتجاه حركة الجزء س	اتجاه حركة الجزء ص
(أ)	لأسفل	لأسفل
(ب)	لأعلى	لأسفل
(ج)	لأسفل	لأعلى
(د)	لأعلى	لأعلى

مفهوم الحركة

ظاهرة تميز جميع أنواع الكائنات الحية وهي تنشأ ذاتيًا نتيجة تعرض الكائن الحي لإثارة ما فيستجيب لها إيجابًا أو سلبًا وفي كلتا الحالتين تكون الاستجابة حدوث الحركة.

ملحوظات على المفهوم

- **الاستجابة الحركية الإيجابية:** حركة جزء أو كل أجزاء الكائن الحي في نفس اتجاه المؤثر الذي يتعرض له مثل حركة ساق نبات الشوفان عند التعرض للضوء.
- **الاستجابة الحركية السلبية:** حركة جزء أو كل أجزاء الكائن الحي بعيدا عن اتجاه المؤثر الذي يتعرض له مثل حركة جذر نبات الشوفان عند التعرض للضوء.

أنواع الحركة في الكائنات الحية

	حركة دائبة	حركة موضعية	حركة كلية
موضع حدوثها	داخل كل خلية من خلايا الكائن الحي.	تحدث لبعض أجزاء الكائن الحي.	يتحرك بها الكائن الحي من مكان لأخر.
أهميتها	استمرار الأنشطة الحيوية داخل الخلايا.	أداء الجسم لحركاته الميكانيكية.	بحثًا عن الغذاء أو سعيًا وراء الجنس الآخر أو تلافيًا لخطر ما في بيئته.
أمثلة	الحركة الدورانية السيتوبلازمية.	الحركة الدودية في أمعاء الفقاريات.	هجرة الطيور.



أضف إلى معلوماتك

- **الحركة الدورانية السيتوبلازمية مسئولة عن العديد من الوظائف الحيوية، مثل:**
  - نقل العناصر والمواد الغذائية والغازات لمختلف أجزاء وعضيات الخلية.
  - نقل الفضلات ونواتج عمليات الأيض من أماكن انتاجها للتخلص منها.
- **تظهر الحركة الموضعية في جميع الأمثلة التالية:**
  ١- حركة الخلايا الحارثة للثغر في أوراق النباتات.
  ٢- حركة الانتحاء في مختلف أجزاء النباتات.
  ٣- حركة النوم واليقظة.
  ٤- حركة النباتات آكلة الحشرات للحصول على مصدر بديل للنيتروجين.
  ٥- انقباض عضلة القلب لضخ الدم لمختلف أجزاء الجسم.
  ٦- انقباض العضلات اللاإرادية الملساء في جدران الأوعية الدموية للحفاظ على ضغط الدم.
  ٧- حركة السيال العصبي وحركة الهرمونات.
- **وسائل الحركة الكلية في الكائنات الحية المختلفة:**
  ١- الأقدام كما في الإنسان.
  ٢- الأجنحة كما في الطيور.
  ٣- الذيل كما في الحيوانات المنوية.
  ٤- الأهداب كما في البراميسيوم.
  ٥- الأقدام الكاذبة كما في الأميبا والطور الحركي في بلازموديوم الملاريا يتحرك حركة مشابهة.
  ٦- الأسواط كما في اليوجلينا والمشيج المذكر في بلازموديوم الملاريا.
  - ملحوظة: السابحات المهدبة (الأمشاج الذكرية) في نبات الفوجير بها أسواط صغيرة تشبه الأهداب.
- الحشرات من أكثر الكائنات الحية انتشارًا على سطح الأرض حيث إن وسائل حركة الحشرات قوية وسريعة وكلما كانت وسائل الحركة قوية وسريعة كلما اتسعت دائرة انتشار الحيوان في بيئته، ويرجع ذلك أيضا إلى كثرة المخاطر التي تتعرض لها للمحافظة على النوع من الانقراض.

علاقات بيانية

تؤدي حركة الحيوان وتنقله من مكان لآخر (الحركة الكلية) إلى زيادة انتشاره..
وكلما كانت وسائل الحركة في الحيوان قوية وسريعة كلما اتسعت دائرة انتشاره.





أداء ذاتي

1. أي العبارات التالية خطأ عن الحركة الدورانية السيتوبلازمية ؟ ....
   (أ) تحدث داخل خلايا جميع الكائنات الحية
   (ب) حركة دائبة منتظمة
   (ج) اتجاه الحركة ثابت لا يتغير داخل الخلية
   (د) اتجاه الحركة واحد لكل خلايا نفس النسيج



شروط الحركة وحفظ التوازن في الحيوان

وجود مرتكز (هيكل) صلب

- **تتصل به العضلات**؛ ليتمكن الحيوان من الحركة والمحافظة على توازنه.
- يتكون الهيكل من **قطع تتصل ببعضها اتصالًا مفصليًا** يتيح الحركة.

قد يكون:

- **هيكلًا خارجيًا**: كما في المفصليات (القشريات والعنكبيات والحشرات ومتعددة الأرجل).
- **هيكلًا داخليًا**: كما في الفقاريات فيسمي **هيكل الحيوان**.
  - **غضروفي**: كما في الأسماك الغضروفية (سمكة القرش والراي).
  - **عظمي**: كما في الأسماك العظمية (سمكة البلطي والبوري).

أولاً الحركة في النبات

تتعدد أنوع الحركة في النبات لاختلاف نوع المثير الذي يتعرض له النبات (مثل: الرطوبة والجاذبية واللمس والضوء وغيرها).



مقارنة بين حركة اللمس وحركة النوم واليقظة وحركة الانتحاء:

	حركة اللمس	حركة النوم واليقظة	حركة الانتحاء
مكان الحدوث	في بعض وريقات نبات المستحية.	نبات المستحية وبعض البقوليات.	الأجزاء المختلفة من النباتات.
الأهمية	تتدلى الوريقات بمجرد لمسها كما لو أصابها الذبول.	♦تتقارب الوريقات بحلول الظلام مما يعبر عن نوم النبات. ♦تنبسط الوريقات بحلول النور مما يعبر عن يقظة النبات.	تستجيب مختلف أجزاء النبات لمؤثرات مختلفة منها الضوء والرطوبة والجاذبية فتنتحي نحو المؤثر أو بعيدًا عنه.

أضف إلى معلوماتك

- أوراق نبات المستحية ريشية مركبة تتكون من انتفاخات أولية في نهايتها محاور أولية يمتد منها انتفاخات ثانوية في نهايتها محاور ثانوية تمتد منها الوريقات التي يوجد عند قاعدتها انتفاخ آخر.
- جدر خلايا النصف السفلي للانتفاخات الموجودة في قاعدة الوريقات أكثر رقة وحساسية من جدر خلايا النصف العلوي.
- بمجرد لمس الوريقات أو حدوث الظلام تتكون مواد كيميائية بفعل الجدار الخلوي تحفز الفجوات العصارية لخلايا الجزء السفلي من الانتفاخات لطرد أيونات البوتاسيوم والتي يصاحبها خروج جزيئات ماء للأنسجة المجاورة (فقد الدعامة الفسيولوجية) فتتقلص السطوح السفلية للانتفاخ وتنحني المحاور الأولية نحو الأرض وتنخفض المحاور الثانوية وتنطبق الوريقات المتقابلة بعضها على بعض ويحدث العكس عند زوال التنبيه.
- تنتقل المعلومات من موضع اللمس إلى موضع الحركة في نبات المستحية من خلال رسالة كيميائية.





- **تعريف الانتحاء:**

استجابة النبات النامي لمؤثر خارجي (مثل الضوء ، الجاذبية الأرضية ، الرطوبة) عند تعرضه لأحدها بصورة غير متساوية فتنحني الأجزاء المختلفة من النبات إما نحو الضوء (موجب) أو بعيدًا عنه (سالب).

- **شرط حدوث الانتحاء:**

١- تعرض أحد الأجزاء النباتية لمثير خارجي بصورة غير متساوية.
٢- وجود القمم النامية للنبات بشكل سليم وعدم إزالتها أو عزلها باستخدام صفيحة ميكا أو غطاء أسود.

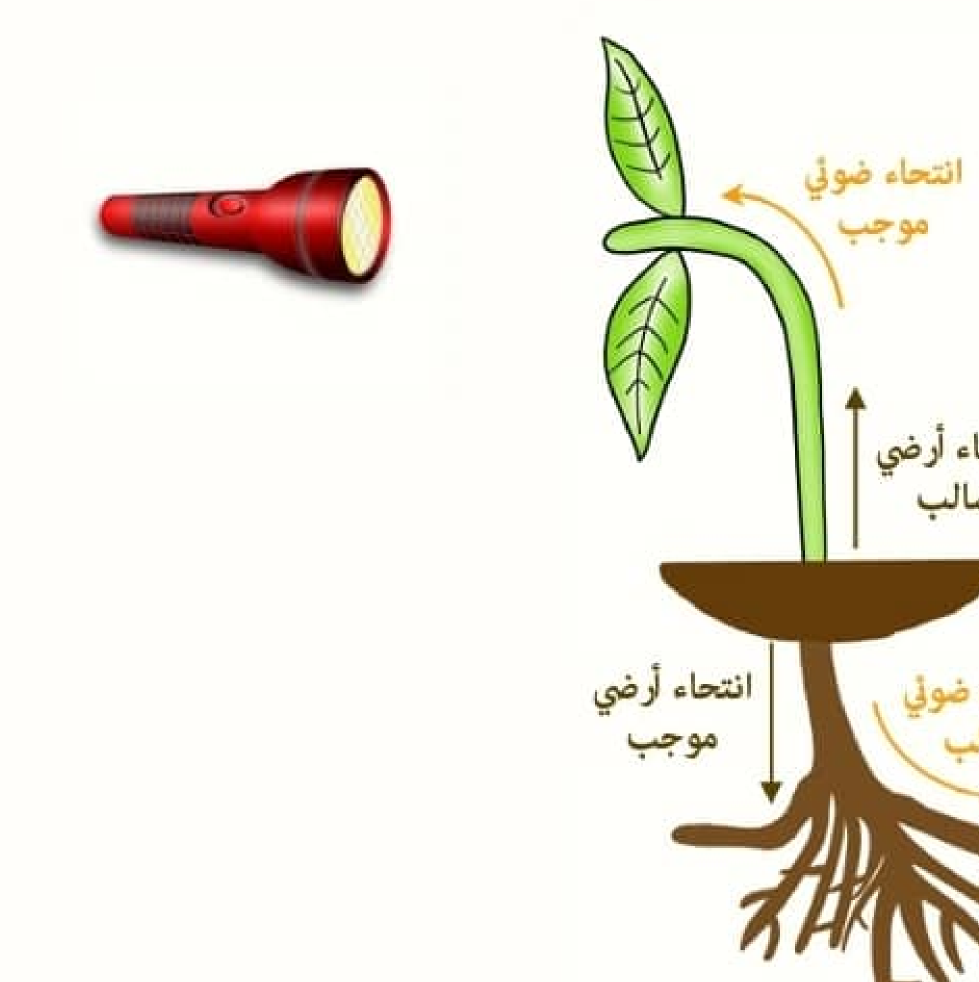
- تستجيب الأجزاء المختلفة من النبات للانتحاء نتيجة التوزيع غير المتساوي للأوكسينات (مواد كيميائية تفرزها الخلايا الحية في القمم النامية والبراعم النباتية) عند التعرض للمؤثر من جانب واحد والذي بدوره يؤثر على معدل استطالة الخلايا في الجانب المواجه للمؤثر مقارنة بالجانب البعيد عن المؤثر مما يسبب الانحناء نحو أو بعيدًا عن المؤثر.

- **يختلف تأثير الأوكسينات في الساق عن الجذر؛** لأن تركيز الأوكسينات اللازم لاستطالة خلايا الجذر أقل بكثير من تركيز الأوكسينات اللازم لاستطالة خلايا الساق وهو ما يفسر أن زيادة تركيز الأوكسينات في الساق يحفز النمو والاستطالة بينما زيادة تركيزها في الجذر يثبط النمو والاستطالة.

- **شرط حدوث الانتحاء الأرضي** أن يكون النبات في وضع أفقي حر.

-

	الضوء	الرطوبة	الجاذبية الأرضية
الساق	منتح موجب.	لا يتأثر.	منتح سالب.
الجذر	منتح سالب.	منتح موجب.	منتح موجب.



حركة الشد

	حركة الشد في محاليق النباتات المتسلقة	حركة الشد في جذور الكورمات والأبصال
المفهوم	التفاف محلاق النبات المتسلق حول الدعامة فيقوم بشد ساق النبات نحو الدعامة.	تقلص جذور السيقان الأرضية المختزنة للغذاء كالكورمات والأبصال فيشد النبات لأسفل.
آلية حدوثها	❶ يبدأ الحالق عمله بأن يدور في الهواء حتى يلامس جسمًا صلبًا (دعامة). ❷ يلتف الحالق حول الجسم الصلب بمجرد لمسه ويوثق الالتصاق به. ❸ يتموج ما بقي من أجزاء الحالق في حركة لولبية فينقص طوله وبذلك يقترب الساق نحو الدعامة فيستقيم الساق رأسياً. ❹ يتغلظ الحالق لما يتكون فيه من أنسجة دعامية فيقوى ويشتد.	❶ تتقلص جذور الكورمة أو البصلة فتشد النبات إلى أسفل. ❷ تهبط الكورمة أو البصلة إلى المستوى الطبيعي المناسب لها من التربة.
الأهمية	استقامة ساق النبات المتسلق رأسيًا وإلا سقطت على التربة وتضررت من الماء الزائد ومن مسببات الأمراض.	تظل الساق الأرضية (الكورمة أو البصلة) دائمًا على بعد مناسب وطبيعي من التربة مما يزيد من تدعيمها وتأمين أجزائها الهوائية ضد تأثير الرياح.
اتجاه الحركة	لأعلى.	لأسفل.
الأمثلة	محاليق النباتات المتسلقة مثل البازلاء.	جذور الكورمات والأبصال كأبصال النرجس.
الصورة التوضيحية		

ملحوظات

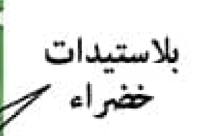
- **يلتف المحلاق حول الدعامة بسبب:**
  - بطء نمو المنطقة التي تلامس الدعامة..
  - وسرعة نمو المنطقة التي لا تلامس الدعامة فتستطيل..

  ، مما يؤدي إلى التفاف الحالق حول الدعامة.
- **إذا لم يجد الحالق في حركته الدورانية ما يلتصق به (الدعامة) لا تستقيم ساق النبات رأسيًا إلى أعلى ويفقد تدعيمه فيذبل ويموت.**



الحركة الدورانية السيتوبلازمية

انسياب السيتوبلازم في حركة دورانية مستمرة داخل الخلية في اتجاه واحد.




الحركة الدورانية للسيتوبلازم

كيفية التوصل إليها:

- عند فحص خلية ورقة الإيلوديا (نبات مائي) تحت القوة الكبرى للمجهر يظهر السيتوبلازم على هيئة طبقة رقيقة تبطن جدار الخلية من الداخل ... علل ؟
لأن الفجوة العصارية في الخلية النباتية تشغل معظم حجمها لامتلائها بالماء نتيجة امتصاصه بالخاصية الأسموزية لتدعيم الخلية النباتية كدعامة فسيولوجية.
- يمكن الاستدلال على حركة السيتوبلازم من خلال دوران البلاستيدات الخضراء المنغمسة في السيتوبلازم محمولة في تياره.

أضف إلى معلوماتك

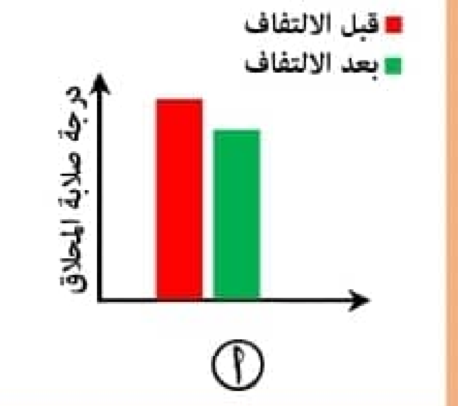
- تظهر الحركة السيتوبلازمية واضحة بشكل كبير في نبات الإيلوديا؛ لأنه نبات مائي تمتلئ خلاياه بالماء نتيجة امتصاص الماء بالخاصية الأسموزية مما يساعد على حركة البلاستيدات الخضراء المنغمسة في السيتوبلازم محمولة في تياره كما أن بلاستيداته كبيرة الحجم.
- من أمثلة النباتات المتسلقة التي تظهر فيها حركة الشد بالمحاليق البازلاء ، العنب ، اللوف ، الخيار وغيرها.
- رغم وجود الأوكسينات في جزء المحلاق الملامس للدعامة إلا أن معدل النمو في هذا الجزء بطيء جدًا ويرجع ذلك لوجود قوى احتكاك بين المحلاق والجسم الصلب تقلل من المساحة المطلوبة للنمو.
- من أمثلة الكورمات التي تظهر فيها حركة الشد بالجذور الشادة القلقاس.
- أكثر أنواع الحركة شيوعًا في النباتات هي الحركة الدورانية السيتوبلازمية ، حركة الانتحاء لاستجابة معظم النباتات للمؤثر المسبب للحركة.

أداء ذاتي

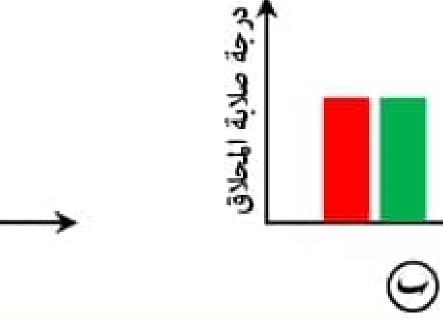
٢ نوع المؤثر المسبب لحركة النوم واليقظة في بعض البقوليات ....

(أ) الجاذبية الأرضية (ب) اللمس
(ج) الضوء (د) الرطوبة

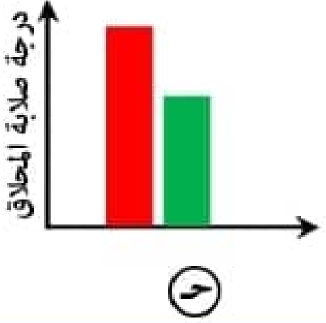
٣ أي المخططات البيانية التالية تعبر عن صلابة محلاق نبات البازلاء قبل وبعد التفافه حول الدعامة (الجسم الصلب) ؟ ....



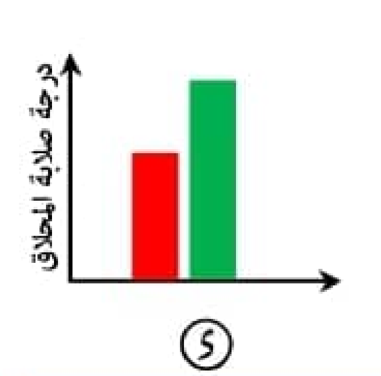
(أ)



(ب)



(ج)



(د)

ثانيًا الحركة في الإنسان

لمّا كان الإنسان أرقى الكائنات الحية فسنتناول بالدراسة فيما يلي الحركة في الإنسان كمثال للثدييات، ولو أنك تأملت حركة يديك وأنت تقلب صفحات الكتاب أو حركة قدميك وأنت في طريقك إلى المدرسة لوجدت أنك تعتمد في الحركة على ثلاثة أجهزة **هي:**

الجهاز الهيكلي (عظام) + **الجهاز العصبي** (سيال عصبي) + **الجهاز العضلي** (عضلة هيكلية) = **الحركة**

الجهاز الهيكلي:
- يشكل مكان اتصال مناسب للعضلات.
- دعامة للأطراف المتحركة.
- تقوم المفاصل بدور هام في حركة أجزاء الجسم المختلفة.

الجهاز العصبي:
- يعطي أوامر للعضلات في صورة سيالات عصبية فتستجيب العضلات لذلك في صورة انقباض وانبساط يتيح الحركة.

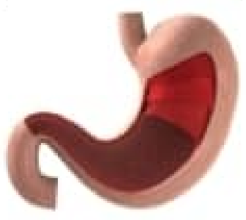
الجهاز العضلي:
- تتميز بعض العضلات بقدرتها على الانقباض والانبساط مما يؤدي لحدوث حركة.

العضلات

إرادية
- يستطيع الإنسان التحكم فيها.
- عضلات **هيكلية مخططة**.
- تشكل معظم عضلات الجسم.



لا إرادية
- لا يستطيع الإنسان التحكم فيها.
- **قد تكون:**
- **ملساء:** كمعظم العضلات اللاإرادية.



- **مخططة:** كعضلة القلب فقط.



أضف إلى معلوماتك

- **الحركة التي تعتمد على العضلات الملساء لا تتطلب وجود جهاز هيكلي تتصل به العضلات مثل الحركة الدودية في أمعاء الفقاريات.**
- **العضلات المسئولة عن حفظ اتزان الجسم أثناء الجلوس أو الوقوف عضلات هيكلية مخططة مثل عضلات الجذع والرقبة والأطراف السفلية.**
- **العضلات المسئولة عن انتصاب الشعر أثناء الخوف أو البرد الشديد عضلات ملساء غير مخططة.**
- **العضلات المسئولة عن حركة العين (يمينًا ويسارًا - لأعلى ولأسفل) عضلات هيكلية مخططة، بينما العضلات المسئولة عن اتساع أو ضيق حدقة العين عضلات ملساء غير مخططة.**

♦ تنقسم عضلات الجسم إلى:

	العضلات الهيكلية	العضلات القلبية	العضلات الملساء
التخطيط	مخططة ومتوازية	أقراص بينية مخططة ومتفرعة وبها أقراص بينية	مغزلية غير مخططة
التحكم	إرادية يمكن التحكم فيها.	لا إرادية لا يمكن التحكم فيها.	لا إرادية لا يمكن التحكم فيها.
عدد الأنوية داخل الليفة العضلية الواحدة	متعدد الأنوية (مدمج خلوي)	تحتوي غالبا على نواة واحدة أو نواتين في بعض الأحيان.	وحيدة النواة.
قطر الليفة العضلية	أكبر ما يمكن	متوسطة	أقل ما يمكن
معدل التجدد	متوسط	لا تتجدد مطلقا	عالي
الأمثلة	العضلة التوأمية - عضلة الحجاب الحاجز - عضلات الوجه والعين.	عضلة القلب (سمك عضلات البطين أكبر من الأذين).	جدران الأوعية الدموية - جدر القناة الهضمية - المثانة البولية - حدقة العين.

♦ مدمج خلوي: خلية متعددة الأنوية تنتج من انقسامات نووية متعددة من غير أن يرافقها انقسام للسيتوبلازم.

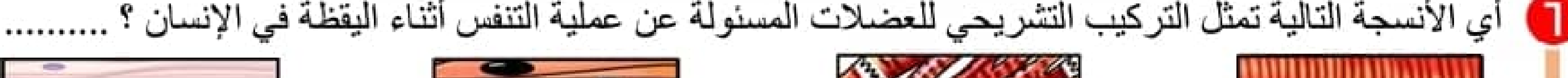
أداء ذاتي

4 كل العضلات الإرادية عضلات مخططة، بينما ليس كل العضلات المخططة عضلات إرادية ....

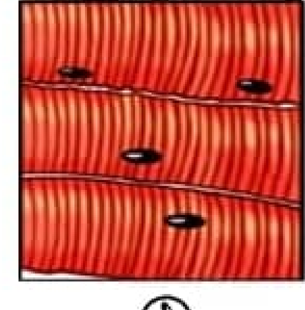
(أ) العبارة الأولى صحيحة والثانية خطأ
(ب) العبارة الأولى خطأ والثانية صحيحة
(ج) العبارتان صحيحتان
(د) العبارتان خطأ

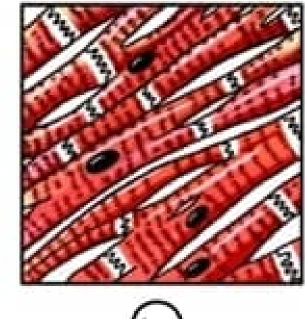
5 النسبة بين عدد الأنوية الموجودة في الليفة العضلية الواحدة للعضلات المسئولة عن تعبيرات الوجه وعدد الأنوية الموجودة في الليفة العضلية الواحدة للبطين الأيمن ....

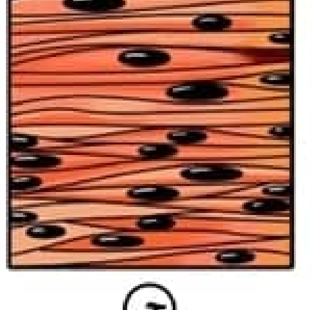
(أ) أقل من الواحد
(ب) يساوي الواحد
(ج) أكبر من الواحد

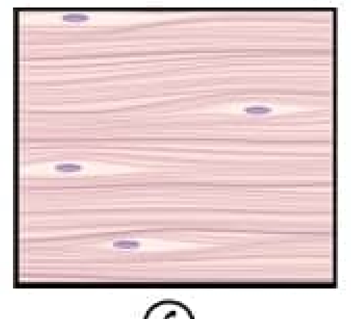


6 أي الأنسجة التالية تمثل التركيب التشريحي للعضلات المسئولة عن عملية التنفس أثناء اليقظة في الإنسان ؟ ....


(أ)


(ب)


(ج)


(د)

الجهاز العضلي Muscular System

عبارة عن مجموع عضلات الجسم التي بواسطتها يمكن تحريك أجزاء الجسم المختلفة.

منظر أمامي وخلفي لعضلات الجسم

- يتركب الجهاز العضلي من وحدات تركيبية تسمى **العضلات Muscles** وهذه العضلات تمكن الإنسان من القيام بحركاته الميكانيكية والتنقل من مكان لآخر.



العضلات

تكوينها: مجموعة من الأنسجة العضلية والتي تعرف باللحم.

عددها: حوالي ٦٢٠ عضلة أو أكثر.

خصائصها:

- خيطية الشكل بوجه عام.
- لها قدرة على الانقباض والانبساط لتأدية الأنشطة والوظائف المختلفة.

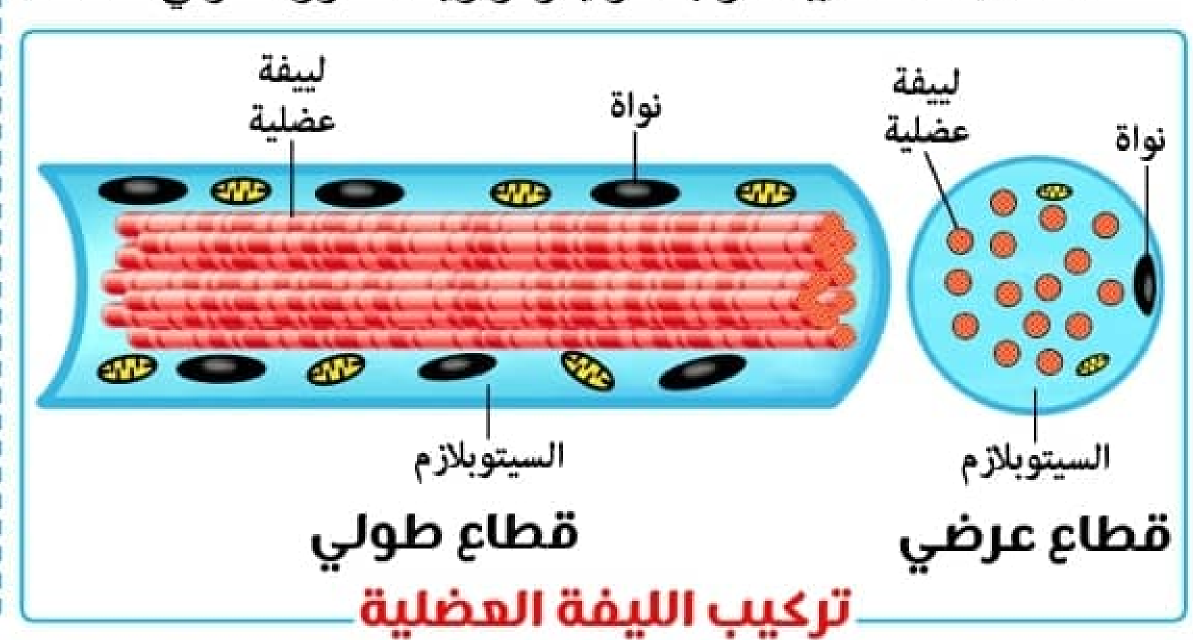
وظائفها:

1. الحركة وتشمل تغيير وضع عضو معين بالنسبة لباقي أعضاء الجسم.
2. أداء الجسم لحركاته الميكانيكية.
3. الانتقال من مكان لآخر
4. المحافظة على وضع الجسم من حيث الجلوس أو الوقوف بفضل عضلات الرقبة والجذع والأطراف السفلية.
5. استمرار تحرك الدم داخل الأوعية الدموية والمحافظة على ضغط الدم نتيجة انقباض العضلات اللاإرادية الملساء التي تبطن جدران هذه الأوعية الدموية.

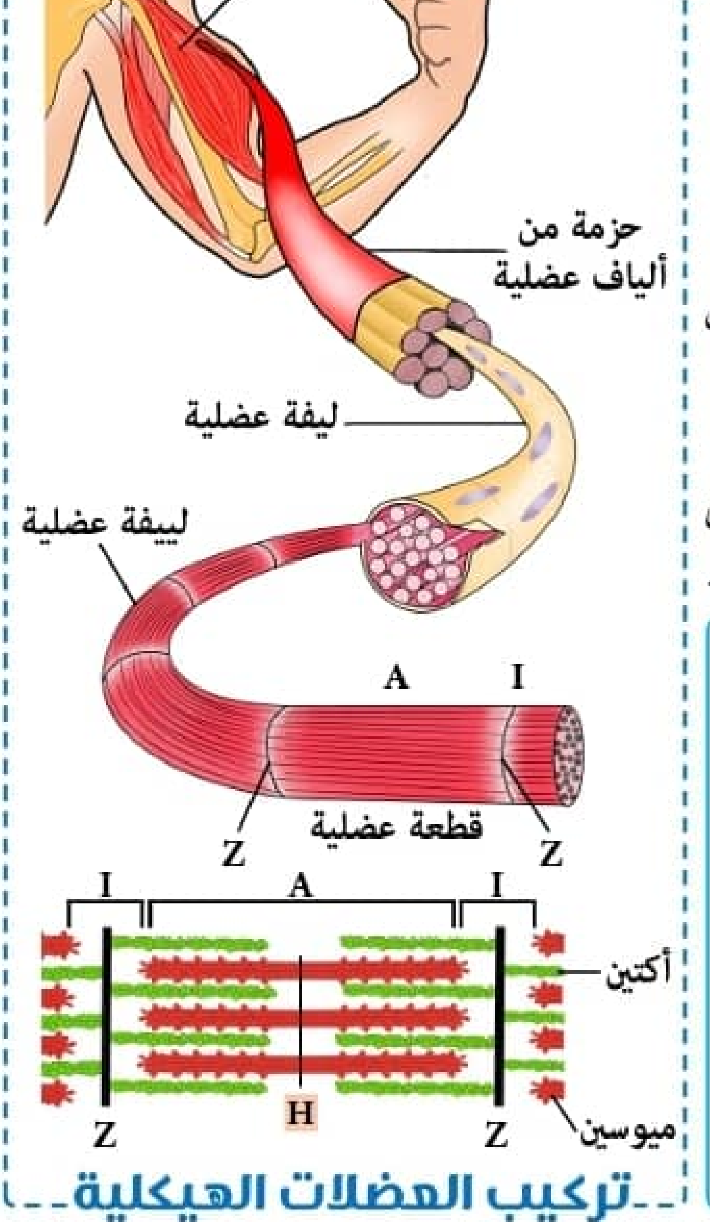
تركيب العضلة الهيكلية

- تتركب العضلة الهيكلية من عدد كبير من خيوط رفيعة متماسكة مع بعضها تسمى **الألياف (الخلايا) العضلية Muscle Fibers**.
- توجد الألياف العضلية دائمًا في مجموعات تعرف بـ **الحزم العضلية** وهي التي تحاط بغشاء يعرف بـ« **غشاء الحزمة**».
- **كل ليفة (خلية) عضلية تتكون من:**

1. **المادة الحية (البروتوبلازم)** التي تشمل: السيتوبلازم (الذي يعرف في العضلات بالساركوبلازم) وعدد كبير من الأنوية.
2. غشاء خلوي يحيط بالساركوبلازم يعرف بـ«**الساركوليما**».
3. مجموعة من **لييفات عضلية Myofibrils** يتراوح عددها ما بين ١٠٠٠ : ٢٠٠٠ لييفة مرتبة طوليًا وموازية للمحور الطولي للعضلة.



تركيب الليفة العضلية



تركيب العضلات الهيكلية

- كل ليفة عضلية تتكون من:

1. **مجموعة من الأقراص (المناطق) المضيئة:**
   - يرمز لها بالرمز (I).
   - تتكون من خيوط بروتينية رفيعة تسمى **أكتين Actin** ويقطعها في منتصفها خط داكن يرمز له بـ (Z).
2. **مجموعة من الأقراص (المناطق) الداكنة:**
   - يرمز لها بـ(A).
   - تتكون من خيوط **الأكتين** بالإضافة إلى نوع آخر من الخيوط البروتينية السميكة تسمى **الميوسين Myosin**، ويتوسطها منطقة **شبه مضيئة** يرمز لها بـ(H) وهي تتكون من خيوط **الميوسين** فقط.

القطعة العضلية (الساركومير Sarcomere)

المسافة بين كل خطين متتاليين (Z) والموجودة في منتصف المناطق المضيئة في الليفة العضلية.

الساركوبلازم Sarcoplasm

سيتوبلازم موجود في الليفة العضلية يحتوي على عدد كبير من الأنوية.

الساركوليما Sarcolemma

غشاء خلوي يحيط بسيتوبلازم الليفة العضلية.

استنتاجات

- المناطق التي بها أكتين فقط هي المناطق المضيئة (I).
- هناك خط داكن (Z) يتوسط المناطق المضيئة.
- المناطق التي بها ميوسين فقط هي المناطق شبه المضيئة (H).
- المناطق التي بها أكتين وميوسين معًا هي المناطق الداكنة (A).
- المسافة بين خطين (Z) لا تمثل قطعة عضلية إلا إذا كان الخطين متتاليين.

ملحوظات

- تسمى العضلات الهيكلية والقلبية بالعضلات المخططة؛ لأنها تحتوي على مناطق مضيئة بها خيوط أكتينية رفيعة ومناطق داكنة بها خيوط أكتينية رفيعة وأخرى ميوسينية سميكة.

  بينما تسمى العضلات الملساء بالعضلات غير المخططة؛ لأنها لا تحتوي على هذه المناطق إلا أنه حديثًا هناك بعض التقارير العلمية التي تثبت وجود خيوط بروتينية تشبه إلى حد كبير خيوط الأكتين.
- تحتوي العضلات على عدد كبير من الميتوكوندريا؛ لأنها تحتاج كمية كبيرة من الطاقة التي تنتجها الميتوكوندريا واللازمة لعملية الانقباض والانبساط مما يسمح بالحركة وتأدية أنشطة ووظائف الجسم المختلفة.
- مقارنة بين العضلة التوأمية ووتر أخيل من حيث المكونات الأساسية (التركيب الكيميائي):

العضلة التوأمية	وتر أخيل
ألياف عضلية.	أنسجة ضامة قوية.
تتكون من بروتينات تركيبية هي الأكتين والميوسين.	يتكون من بروتين تركيبي هو الكولاچين.

- تعتبر عضلة القلب حلقة الوصل بين جميع العضلات الأخرى؛ لأنها:
  - عضلة لا إرادية لا يستطيع الإنسان التحكم فيها.
  - عضلة مخططة كالعضلات الإرادية تحتوي على مناطق مضيئة وأخرى داكنة.

ويمكن إيجاز ما سبق في المخطط التالي:

العضلة الهيكلية ← تتكون من ← **حزم عضلية** ← تتكون كل حزمة من ← **ألياف عضلية** ← تتكون كل ليفة من:

- **غشاء الليفة (ساركوليما)**: يحيط بالسيتوبلازم.
- **البروتوبلازم (المادة الحية)** = سيتوبلازم + عدد كبير من الأنوية.
- **لييفات عضلية**: من (١٠٠٠:٢٠٠٠) لييفة مرتبة طوليًا وموازية للمحور الطولي للعضلة.
  - تتكون كل لييفة من:
    - **مناطق مضيئة**
      - تتكون من خيوط الأكتين
      - يتوسطها خط داكن (Z)
    - **مناطق داكنة**
      - تتكون من خيوط أكتين وميوسين
      - يتوسطها منطقة شبه مضيئة (H)

عضلة هيكلية

حزمة عضلية

ليفة عضلية

A I

Z قطعة عضلية Z H

لييفة عضلية

Z = Zwischen = between
I = Isotropic
A = Anisotropic
H = Heller = brighter

Z H Z

أكتين

ميوسين






تطبيقات

- عدد الألياف العضلية الموجودة في العضلة = عدد الحزم × عدد الألياف العضلية الموجودة في كل حزمة.
- أقل عدد من اللييفات العضلية = عدد الألياف العضلية × ١٠٠٠.
- أكبر عدد من اللييفات العضلية = عدد الألياف العضلية ×٢٠٠٠.



مثال:

عضلة هيكلية مكونة من ٥ حزم ، وكل حزمة تتكون من ٢٥ ليفة عضلية احسب:

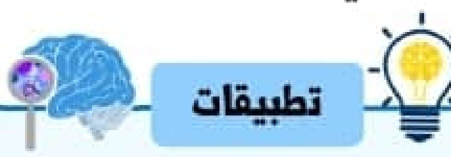
١- عدد الألياف العضلية المكونة للعضلة.

٢- أقل عدد من اللييفات العضلية المكونة للعضلة.

الإجابة

١- عدد الألياف في العضلة = عدد الحزم × عدد ألياف كل حزمة = ٥ × ٢٥ = ١٢٥ ليفة.

٢- أقل عدد من اللييفات العضلية = عدد الألياف × ١٠٠٠ = ١٢٥×١٠٠٠ = ١٢٥٠٠٠ لييفة.



تطبيقات

- عدد المناطق الداكنة (A) = عدد المناطق شبه المضيئة (H) = عدد القطع العضلية.
- عدد المناطق المضيئة (I) = عدد خطوط (Z) = عدد القطع العضلية + ١.
- عدد المناطق المضيئة الكاملة = عدد القطع العضلية - ١ = عدد المناطق المضيئة - ٢.
- عدد المناطق المضيئة غير الكاملة = ٢ فقط دائمًا.
- عدد القطع العضلية = عدد خيوط (Z) - ١ = عدد المناطق شبه المضيئة (H) = عدد الأقراص (A) = عدد الأقراص المضيئة - ١ = عدد الأقراص المضيئة الكاملة + ١



مثال:

لييفة عضلية تتكون من ٤ مناطق داكنة (A) احسب:

١- عدد القطع العضلية.

٢- عدد الخطوط الداكنة (Z).

٣- عدد المناطق المضيئة.

٤- عدد المناطق المضيئة الكاملة.

٥- عدد المناطق المضيئة غير الكاملة.

٦- عدد المناطق شبه المضيئة (H) أثناء الانقباض التام.

الإجابة

١- عدد القطع العضلية = عدد المناطق الداكنة = ٤

٢- عدد الخطوط الداكنة = عدد القطع + ١ = ٤ + ١ = ٥

٣- عدد المناطق المضيئة = عدد المناطق الداكنة +١ = ٤ + ١ = ٥

٤- عدد المناطق المضيئة الكاملة = عدد القطع - ١ = ٤ - ١ = ٣

٥- عدد المناطق المضيئة غير الكاملة = ٢

٦- عدد المناطق شبه المضيئة (H) أثناء الانقباض التام = صفر.



الانقباض العضلي

العضلات هي المسئولة عن الحركات المختلفة للجسم وذلك لقدرتها على الانقباض والانبساط لتأدية أنشطة ووظائف الجسم المختلفة.

أولًا التغيرات الكهربية التي تطرأ على العضلات الهيكلية أثناء الانقباض والانبساط.

- المؤثر الذي يسبب انقباض العضلة الإرادية هو وصول السيالات العصبية عن طريق **الخلايا العصبية الحركية** الآتية من **المخ والحبل الشوكي** والتي تتصل نهاياتها العصبية اتصالًا محكمًا بالليفة العضلية مكونةً **التشابك العصبي-العضلي Synapse**.
- **تمر العضلة الهيكلية أثناء الانقباض العضلي بثلاث مراحل متتالية كما يلي:**

اسم المرحلة	التغيرات الكهربية	صورة توضيحية
مرحلة الراحة (قبل وصول السيال العصبي للعضلة)	في العضلات الهيكلية الإرادية يكون: ▪ السطح الخارجي: يحمل شحنات موجبة. ▪ السطح الداخلي: يحمل شحنات سالبة. ، ينشأ فرق في الجهد بينهما نتيجة للفرق في تركيز الأيونات خارج وداخل غشاء الليفة العضلية وتصبح العضلة في حالة استقطاب Polarization. خارج + + + + + + + + + + غشاء الليفة داخل - - - - - - - - - - - -	تفرع نهائي لليف عصبي، حويصلات بها ناقل عصبي، انتفاخ تشابكي (زر)، Ca^{2+}، شق التشابك، Na^+، غشاء خلية عضلية، مستقبل الناقل العصبي
مرحلة الإثارة (أثناء وصول السيال العصبي للعضلة)	- عند وصول السيال العصبي إلى الحويصلات بالنهايات العصبية للخلايا العصبية الحركية تدخل أيونات الكالسيوم إليها فتعمل على تفجيرها وتحرر بعض المواد الكيميائية التي تعرف بالنواقل العصبية مثل الأسيتيل كولين*. - تسبح النواقل العصبية في الفراغ الموجود بين النهايات العصبية وغشاء الليفة العضلية حتى تصل لسطح الليفة العضلية. - تزداد نفاذية غشاء الخلية لأيونات الصوديوم الموجبة نحو الداخل بسرعة فتنعكس الشحنات ويصبح الغشاء الخارجي سالبًا والداخلي موجبًا فيتلاشى فرق الجهد وتصبح العضلة في حالة لا استقطاب Depolarization مما يؤدي إلى انقباض العضلة. خارج - - - - - - - - - - - - غشاء الليفة داخل + + + + + + + + + +	السيال العصبي، انتفاخ تشابكي، Ca^{2+}، شق التشابك، أسيتيل كولين، Na^+، غشاء خلية عضلية، مستقبل الناقل العصبي
مرحلة العودة إلى الراحة (بعد جزء من الثانية من وصول السيال العصبي للعضلة)	يعود فرق الجهد عبر غشاء الليفة العضلية إلى وضعه الطبيعي بعد جزء من الثانية **وذلك بفعل** عمل إنزيم الكولين أستيريز وهو إنزيم متوافر في نقاط الاتصال العصبي-العضلي والذي يعمل على تحطيم الأسيتيل كولين (يحوله إلى كولين وحمض الخليك) وبالتالي يبطل عمله وتعود نفاذية غشاء الليفة العضلية إلى وضعها الطبيعي في حالة الراحة (قبل استقبال السيال العصبي) وتكون مهيأة للحفز العصبي مرة أخرى.	حمض خليك، كولين، إنزيم الكولين استيريز، أسيتيل كولين

* بعض النواقل العصبية الهامة أيضًا مثل الأدرينالين والنورأدرينالين والسيروتونين Serotonin وGABA.

أضف إلى معلوماتك

♦ في وضع الراحة:

- يكون إجمالي عدد الشحنات الموجبة المتراكمة خارج الساركوليما أكبر من تلك المتراكمة داخلها..
- يكون إجمالي عدد الشحنات السالبة المتراكمة خارج الساركوليما أقل من تلك المتراكمة داخلها..

لذا يوصف غشاء الليفة العضلية (الساركوليما) أنه في حالة من الاستقطاب ويكون فرق الجهد الكهربي بينهما مساويا لقيمة سالبة تختلف من عضلة هيكلية لأخرى.

♦ في وضع الراحة:

- تكون كمية أيونات الصوديوم المتراكمة خارج الساركوليما أكبر من تلك المتراكمة داخلها.
- تكون كمية أيونات البوتاسيوم المتراكمة خارج الساركوليما أقل من تلك المتراكمة داخلها.

♦ بوابات الكالسيوم الموجودة عند النهايات العصبية بوابات كهربية Voltage Gated Channels يشترط لفتحها وصول إشارة كهربية منتظمة للنهايات العصبية تؤدي إلى تغير فرق الجهد الكهربي إلى قيمة مناسبة.

♦ بوابات الصوديوم الموجودة على الساركوليما في منطقة التشابك العصبي العضلي بوابات كيميائية Ligand Gated Channels يشترط لفتحها ارتباط مادة كيميائية مثل النواقل العصبية (الأستيل كولين) بمستقبلات مجاورة لها.

ثانيًا التفسير الميكانيكي (نظرية الخيوط المنزلقة لهكسلي) لانقباض العضلات

الأهمية:

تعتبر فرضية الخيوط المنزلقة أو نظرية الانزلاق التي اقترحها هكسلي أشهر الفروض التي فسرت انقباض العضلة لأنها:

♦ تعتمد على التركيب المجهري الدقيق لألياف العضلات، حيث تتكون كل ليفة عضلية من مجموعة من لييفات وكل لييفة عضلية تتكون من نوعين من الخيوط البروتينية إحداهما رفيعة أكتينية والأخرى غليظة ميوسينية.

♦ استخدم هكسلي المجهر الإلكتروني في المقارنة بين ليفة عضلية في حالة انقباض وأخرى في حالة انبساط.

قصور النظرية:

استطاعت تفسير آلية انقباض العضلات الهيكلية فقط ولكنها لم تستطع تفسير آلية انقباض العضلات الملساء على رغم وجود بعض التقارير العلمية التي أثبتت أن الخيوط البروتينية في ألياف العضلات الملساء تشبه إلى حد كبير خيوط الأكتين في العضلات الهيكلية.

	التغيرات الميكانيكية	الصورة التوضيحية
أثناء الانقباض	يوجد ما يعرف بالروابط المستعرضة التي تمتد من خيوط الميوسين وتتصل بخيوط الأكتين حيث تعمل كخطاطيف تسحب «بمساعدة الطاقة المختزنة في جزيئات ATP» المجموعات المتجاورة من خيوط الأكتين باتجاه بعضها البعض فتنزلق مما يؤدي إلى انقباض العضلة.	I H I $+ATP,Ca^{2+}$
أثناء الانبساط	تبتعد الروابط المستعرضة عن خيوط الأكتين فتنفصل خيوط الأكتين عن خيوط الميوسين مما يؤدي لانبساط العضلة بعد استهلاك الطاقة المخزنة في جزيئات ATP فتتباعد خطوط (Z) فتعود القطعة العضلية إلى طولها الأساسي.	I H I



الروابط المستعرضة

خيوط يتم تكوينها بمساعدة أيونات الكالسيوم تمتد من خيوط الميوسين لكي تتصل بخيوط الأكتين أثناء انقباض العضلة.

مما سبق نستنتج ما يلي:

القطعة العضلية	يقل طولها؛ بسبب تقارب خطوط (Z) من بعضها.
المنطقة المضيئة (I)	يقل طولها؛ بسبب تقارب خيوط الأكتين من بعضها البعض.
خيوط (Z)	تتقارب من بعضها فيقل طول القطعة العضلية.
المنطقة الداكنة (A)	يبقى طولها كما هو.
المنطقة شبه المضيئة (H)	يقل أو ينعدم طولها حسب قوة الانقباض.
خيوط الأكتين	تتقارب من بعضها فيقل طول المنطقة المضيئة.
خيوط الميوسين	تمتد منها روابط تعمل كخطاطيف تسحب «بمساعدة الطاقة المختزنة في جزيئات ATP» المجموعات المتجاورة من خيوط الأكتين فتنقبض العضلة.

ملحوظات من على الرسم

- **تعتبر خيوط الأكتين جزءًا متحركًا في القطعة العضلية؛ لأنه:**

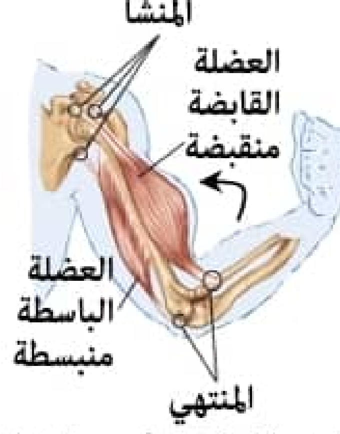
١- أثناء انقباض العضلة تعمل الروابط المستعرضة كخطاطيف تسحب بمساعدة الطاقة المختزنة في جزيئات ATP المجموعات المتجاورة من خيوط الأكتين باتجاه بعضها البعض.

٢- عند انبساط العضلة تتباعد الروابط المستعرضة عن خيوط الأكتين فتنفصل خيوط الأكتين عن خيوط الميوسين.

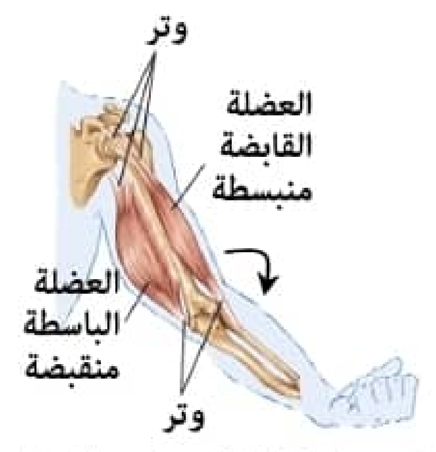
- **يتغير طول المنطقة المضيئة أثناء الانقباض العضلي بينما يبقى طول المنطقة الداكنة كما هو دون تغيير؛ لأن:**

المنطقة المضيئة تتكون من خيوط الأكتين فقط بينما المنطقة الداكنة تتكون من خيوط الأكتين والميوسين معًا، وتعتبر خيوط الأكتين متحركة بينما خيوط الميوسين ساكنة فأثناء انقباض العضلة يتم سحب المجموعات المتجاورة من خيوط الأكتين باتجاه بعضها البعض ثم تنفصل عنها وتتباعد عن بعضها أثناء الانبساط بينما تظل خيوط الميوسين كما هي.

- **يقل طول العضلة الهيكلية بسبب انزلاق الخيوط البروتينية الرفيعة والسميكة على بعضها.**
- **يزداد سمك العضلة الهيكلية بسبب انزلاق الخيوط البروتينية الرفيعة والسميكة على بعضها.**



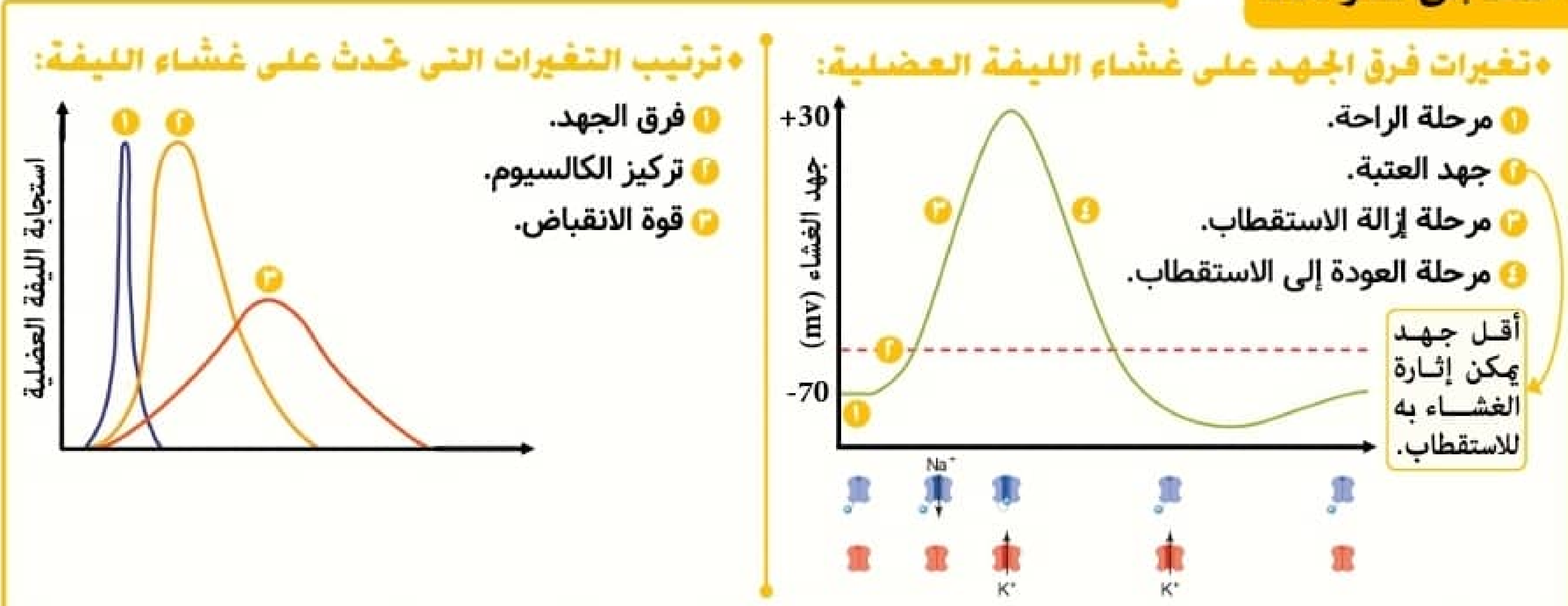
انثناء المرفق وثني الذراع



انبساط المرفق وتمدد الذراع



أضف إلى معلوماتك



- يوجد العديد من المواد الكيميائية مثل الأدوية والسموم التي يمكنها الارتباط بإنزيم الكولين أستيريز عند المواقع النشطة للإنزيم مما يؤدي إلى تثبيطه ومنع ارتباطه بالأستيل كولين وبالتالي يظل الأستيل كولين نشطًا في مناطق التشابك العصبي العضلي ويستمر انقباض العضلة مما قد يؤدي إلى شد عضلي في بعض الحالات وهذا الارتباط قد يكون:

١- بشكل انعكاسي Reversible: ارتباط ضعيف ومؤقت ويمكن التغلب عليه كما في حالة دواء نيوستيجمين Neostigmine.

٢- بشكل غير انعكاسي Irreversible: ارتباط قوي ودائم ولا يمكن التغلب عليه كما في حالة مركبات الفوسفور العضوية.

ملحوظات

- لا يتغير طول خيوط الأكتين والميوسين أثناء الانقباض العضلي وإنما يحدث لها انزلاق فوق بعضها فقط.
- أثناء الانقباض العضلي تتحول الطاقة الكيميائية المختزنة في جزيئات الـATP إلى طاقة ميكانيكية تتمثل في حركة الروابط المستعرضة وانزلاق خيوط الأكتين على خيوط الميوسين.
- الأيون الذي يحفز العضلة للانقباض: الصوديوم.
- الأيون المسئول عن نقل السيال العصبي: الكالسيوم.
- المثير الكيميائي المسبب لانقباض العضلة: الأسيتيل كولين.
- المثير الكيميائي المسبب لانبساط العضلة: الكولين أستيريز.
- المخزون المباشر للطاقة في العضلة: جزيئات ATP.
- المخزون الفعلي للطاقة في العضلة: الجليكوچين Glycogen (نشا حيواني).





تابع ملحوظات

أثناء انبساط العضلة	أهمية جزيئات ATP	أثناء انقباض العضلة
تبتعد الروابط المستعرضة عن خيوط الأكتين وذلك عن طريق استهلاك الـATP.	← أهمية جزيئات ATP →	تساعد الروابط المستعرضة في سحب المجموعات المتجاورة من خيوط الأكتين باتجاه بعضها البعض.

أداء ذاتي

٧ عند فحص قطاع عرضي في ليفة عضلية بإحدى عضلات الرقبة فأي البدائل التالية تعبر عن الترتيب الملائم لمكوناتها من الخارج للداخل ؟ ....

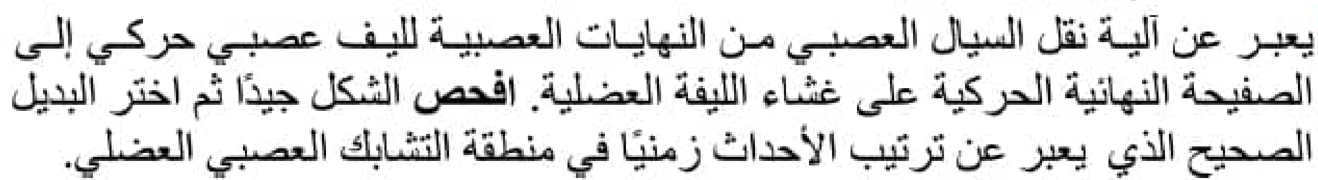
(أ) ساركوليما - ساركومير - ساركوبلازم
(ب) ساركوليما - ساركوبلازم - ساركومير
(ج) ساركوبلازم - ساركوليما - ساركومير
(د) ساركومير - ساركوليما - ساركوبلازم

٨ أي البدائل التالية تعبر عن التغيرات التي تطرأ على الألياف العضلية المكونة للعضلة ذات الرأسين أثناء الانقباض التام ؟ ....

	طول خيوط الأكتين	طول المنطقة I	طول المنطقة H
(أ)	يقل	يقل	ينعدم
(ب)	ثابت	يزداد	يقل
(ج)	يقل	يزداد	ثابت
(د)	ثابت	يقل	ينعدم



٩ **الشكل المقابل:**



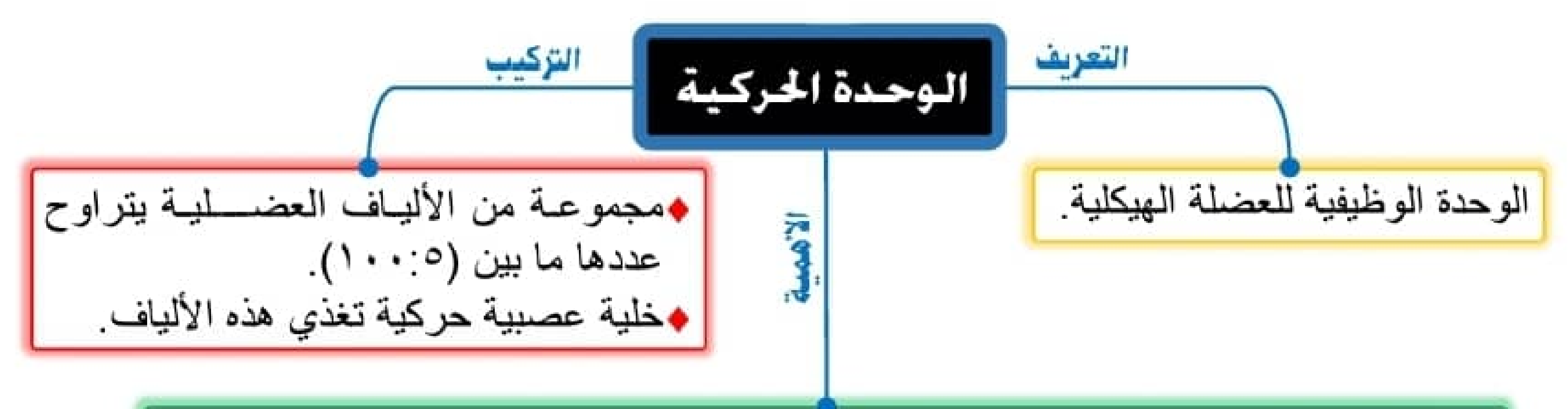
يعبر عن آلية نقل السيال العصبي من النهايات العصبية لليف عصبي حركي إلى الصفيحة النهائية الحركية على غشاء الليفة العضلية. **افحص** الشكل جيدًا ثم اختر البديل الصحيح الذي يعبر عن ترتيب الأحداث زمنيًا في منطقة التشابك العصبي العضلي.



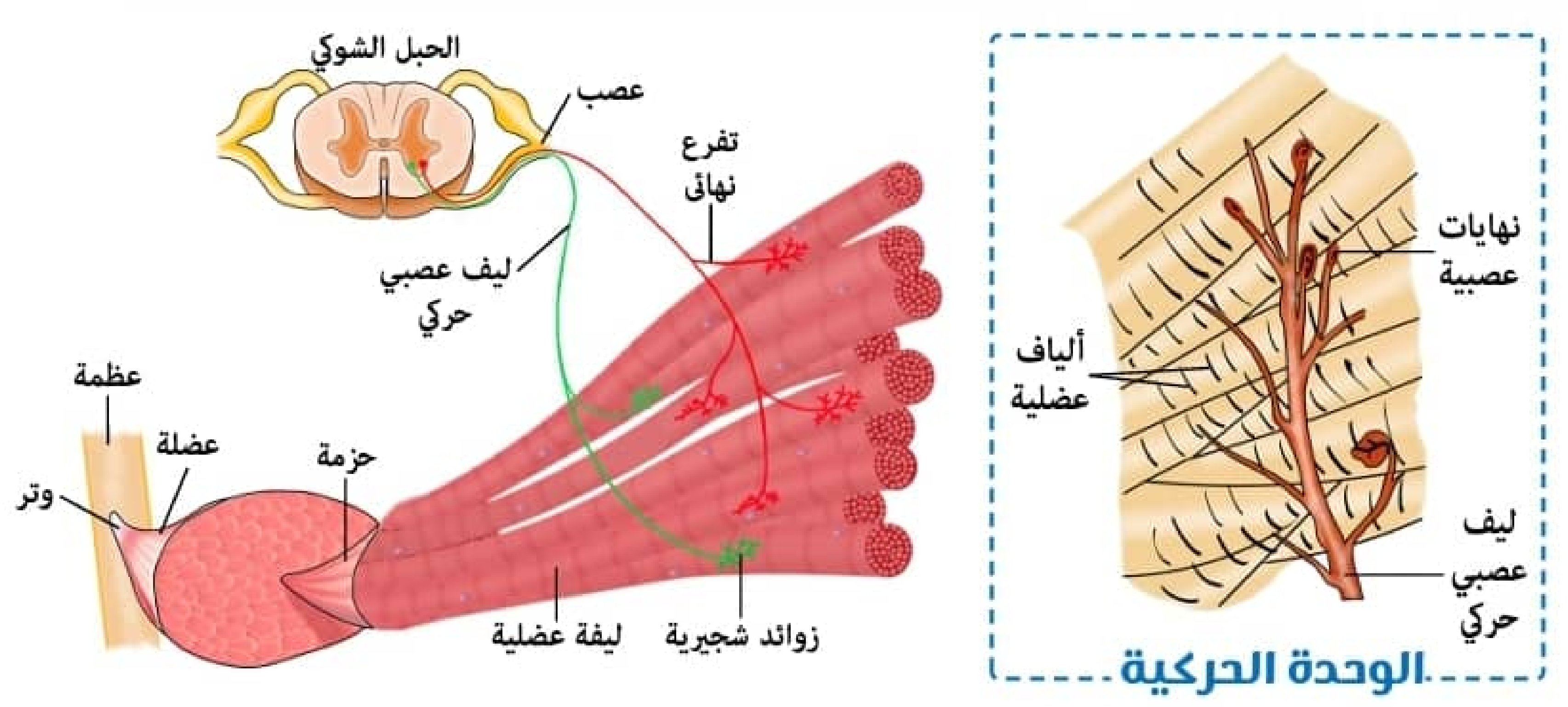
(أ) A ← D ← E ← B ← F ← C
(ب) A ← B ← C ← D ← E ← F
(ج) A ← D ← B ← E ← F ← C
(د) F ← A ← D ← E ← B ← C

١٠ أي البدائل التالية تعبر عن التغيرات التي تطرأ على الليف العصبي الحركي عند وصول سيال عصبي ملائم الشدة لمنطقة الأزرار ؟ ....

	نفاذية النيوروليما لأيونات الكالسيوم نحو الداخل	نفاذية النيوروليما لأيونات الصوديوم نحو الداخل	سالبية الجهد الكهربي على جانبي النيوروليما	الطاقة الحركية لحويصلات التشابك
(أ)	تزداد	تزداد	تزداد	تقل
(ب)	تزداد	تزداد	تقل	تزداد
(ج)	تزداد	تقل	تقل	تزداد
(د)	تقل	تزداد	تقل	تزداد



التعرف على المظاهر الميكانيكية لعملية الانقباض العضلي؛ لأن انقباض العضلات ما هو إلا محصلة انقباض جميع الوحدات الحركية المكونة للعضلة.



عند دخول الليف العصبي الحركي إلى العضلة يتفرع إلى عدد كبير من الفروع العصبية.. بحيث يغذي كل ليف عصبي حركي عددًا من الألياف العضلية يتراوح عددها ما بين (٥:١٠٠) ليف عضلي **وذلك بواسطة** تفرعاته النهائية التي يتصل الواحد منها بالصفائح النهائية الحركية Motor End Plate لليفة العضلية.. ويعرف مكان الاتصال هذا بـ**الوصلة العصبية - العضلية Neuro-muscular Junction.**

الوصلة العصبية العضلية = التشابك العصبي - العضلي

موضع أو مكان اتصال تفرع نهائي لليف عصبي حركي (الخلية عصبية حركية) بالصفيحة النهائية الحركية لليفة العضلية.

نهاية التفرع العصبي لليف عصبي حركي + الصفيحة النهائية الحركية لغشاء الليفة العضلية = الوصلة العصبية العضلية

فروق لغوية

- الوحدة التركيبية للجهاز العضلي هي **العضلات.**
- الوحدة التركيبية للعضلة الهيكلية هي **الليفة العضلية.**
- الوحدة الوظيفية للعضلة الهيكلية هي **الوحدة الحركية.**
- أصغر وحدة انقباض في العضلة الهيكلية هي **القطعة العضلية.**





تطبيقات

- محصلة انقباض العضلة ما هو إلا محصلة انقباض جميع الوحدات الحركية المكونة لها.
- تتناسب قــوة الانقباض طرديًا مع عدد الوحدات الحركية وعدد الألياف العضلية.
- تتناسب سرعة الانقباض عكسيًا مع عدد الوحدات الحركية وعدد الألياف العضلية.
- الفرق بين انقباض عضلة جفن العين وعضلة الفخذ:
  - انقباض عضلة جفن العين سريع وضعيف؛ لأنها تحتوي على عدد أقل من الوحدات الحركية والألياف العضلية
  - انقباض عضلة الفخذ بطئ وقوي؛ لأنها تحتوي على عدد أكبر من الوحدات الحركية والألياف العضلية

مثال:

بفرض أن إحدى عضلات الرقبة بها ٥ حزم وكل حزمة بها ٢٠ ليفة عضلية، وإحدى عضلات الجذع بها ٧ حزم وكل حزمة بها ٣٠ ليفة عضلية بينما تتكون العضلة التوأمية من ١٠ حزم وكل حزمة بها ٣٠ ليفة عضلية. رتب العضلات السابقة تنازليًا حسب:

١- قوة الانقباض.

٢- سرعة الانقباض.

الإجابة

∵ عدد الألياف العضلية في كل عضلة = عدد الحزم × عدد الألياف العضلية في كل حزمة.

∴ عدد الألياف العضلية بإحدى عضلات الرقبة = ٥ × ٢٠ = ١٠٠ ليفة.

عدد الألياف العضلية بإحدى عضلات الجذع = ٧ × ٣٠ = ٢١٠ ليفة.

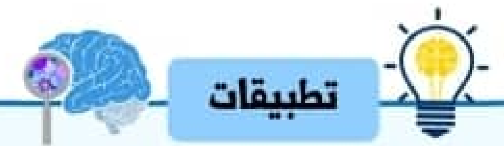
عدد الألياف العضلية بالعضلة التوأمية = ١٠ × ٣٠ = ٣٠٠ ليفة.

، ∵ قوة الانقباض تتناسب طرديًا مع عدد الألياف العضلية.

∴ الترتيب الصحيح تنازليًا حسب قوة الانقباض كالتالي: العضلة التوأمية > عضلة الجذع > عضلة الرقبة.

، ∵ سرعة الانقباض تتناسب عكسيًا مع عدد الألياف العضلية.

∴ الترتيب الصحيح تنازليًا حسب سرعة الانقباض كالتالي: عضلة الرقبة > عضلة الجذع > العضلة التوأمية.



تطبيقات

- إذا كانت ألياف الحزمة الواحدة تتراوح بين (٥:١٠٠) وغذاها ليف عصــبي حركي واحد فإن كل حزمة تمثل وحدة حركية واحدة.
- أقل عدد من الوحدات الحركية = $\frac{\text{عدد الألياف العضلية}}{١٠٠}$.
- أكبر عدد من الوحدات الحركية = $\frac{\text{عدد الألياف العضلية}}{٥}$.
- عدد الوصلات العصبية العضلية في الحزمة = عدد الألياف العضلية في الحزمة.
- عدد الوصلات العصبية العضلية في العضلة = عدد الحزم × عدد الألياف العضلية في الحزمة.
- قد تكتب الوحدة الحركية على صــورة (١ : عدد الألياف العضــلية) حيث تعبر (١) عن خلية عصــبية حركية واحدة تغذيها.

مثال:

عضلة هيكلية بها ٢٠ حزمة تتكون كل منها من ٥٠ ليفة.. احسب:

١- عدد الوصلات العصبية العضلية في الحزمة.
٢- عدد الوصلات العصبية العضلية في العضلة.
٣- عدد الوحدات الحركية الموجودة في العضلة.
٤- عدد الخلايا العصبية التي تغذي العضلة.
٥- عدد الألياف العضلية التي تغذيها الوحدة الحركية الواحدة.

الإجابة

١- عدد الوصلات العصبية العضلية في الحزمة =٥٠.
٢- عدد الوصلات العصبية العضلية في العضلة =٢٠ ×٥٠ = ١٠٠٠.
٣- عدد الوحدات الحركية في العضلة = عدد الحزم = ٢٠.
٣- عدد الخلايا العصبية التي تغذي العضلة = عدد الوحدات الحركية = ٢٠.
٥- عدد الألياف العضلية التي تغذيها الوحدة الحركية الواحدة = ٥٠.



مثال:

احسب عدد الوصلات العصبية في عضلة تتكون من ٢٠ وحدة حركية كل منها بنسبة (15:1).

الإجابة

عدد الوصلات العصبية = عدد الألياف العضلية في العضلة = عدد الوحدات الحركية × عدد ألياف كل وحدة حركية
= ٢٠ × ١٥ = ٣٠٠ وصلة عصبية.

أضف إلى معلوماتك

- **العوامل التي تؤثر على قوة الانقباض العضلي:**

١- نوع وحجم الألياف العضلية المكونة للعضلة الهيكلية.
٢- عدد الوحدات الحركية النشطة.
٣- قوة المؤثر.
٤- عدد مرات الإثارة (التردد).
٥- نسبة الكالسيوم في الساركوبلازم.
٦- درجة الحرارة الداخلية للعضلة.

أداء ذاتي

١١ جميع العبارات التالية صحيحة عن الوحدة الحركية ماعدا ....

(أ) الوحدة الوظيفية للعضلة الهيكلية
(ب) زيادة عدد الوحدات النشطة منها يؤدي إلى زيادة قوة انقباض العضلة
(ج) قد يغذيها أكثر من ليف عصبي حركي
(د) قد يدخل في تكوينها ١٠٠ ليفة عضلية

١٢ إذا علمت أن العضلة (س) تتكون من ٥ حزم وكل حزمة تتكون من ٣٠ ليفة عضلية ، والعضلة (ص) تتكون من ٤ حزم وكل حزمة تتكون من ٢٠ ليفة عضلية ، والعضلة (ع) تتكون من ٦ حزم وكل حزمة تتكون من ٣٠ ليفة عضلية فأي البدائل التالية تعبر عن الترتيب التنازلي لهذه العضلات حسب قوة الانقباض العضلي ؟ ....

(أ) س ثم ص ثم ع
(ب) ع ثم ص ثم س
(ج) ع ثم س ثم ص
(د) ص ثم س ثم ع

١٣ جميع العبارات التالية صحيحة عن الألياف العضلية المكونة للعضلة التوأمية ماعدا ....

(أ) تخضع لقانون الكل أو لا شيء
(ب) يتحكم في حركتها الجهاز العصبي السمبثاوي
(ج) تحتوي على عدد كبير من الأنوية
(د) يغذيها عدد كبير من الأوعية الدموية



إجهاد العضلة Muscle Fatigue

التمهيد

- نستنتج مما سبق أن جزيئات ATP تلعب دورًا هامًا أثناء انقباض العضلة الهيكلية وأثناء انبساطها ولعلك تساءلت -يومًا- كيف تحصل العضلات الهيكلية على جزيئات ATP التي تعتبر عملة الطاقة في الخلية.
- يوجد طريقتان أساسيتان تعتمد عليهما العضلات الهيكلية للحصول على ATP فيما يعرف بـ أكسدة الجلوكوز أو التنفس الخلوي **كما يلي:**

◆ **التنفس الهوائي:** جليكوچين ⟵ جلوكوز ⟵ (2 ATP) ٢ حمض البيروفيك ⟵ (في وجود الأكسجين والميتوكوندريا) $6\ CO_2 + 6\ H_2O +$ 36 OR 38 ATP

◆ **التنفس اللاهوائي:** جليكوچين ⟵ جلوكوز ⟵ (2 ATP) ٢ حمض البيروفيك ⟵ (في غياب أو نقص الأكسجين أو غياب الميتوكوندريا) ٢ حمض لاكتيك

الشرح

- وعلى ذلك فإنه يلزم لانقباض العضلة وانبساطها بصورة طبيعية توافر جزيئات الجلوكوز والأكسجين بصورة مستمرة وعند نقص أحدهما قد يحدث خلل وظيفي في انقباض العضلة أو انبساطها.

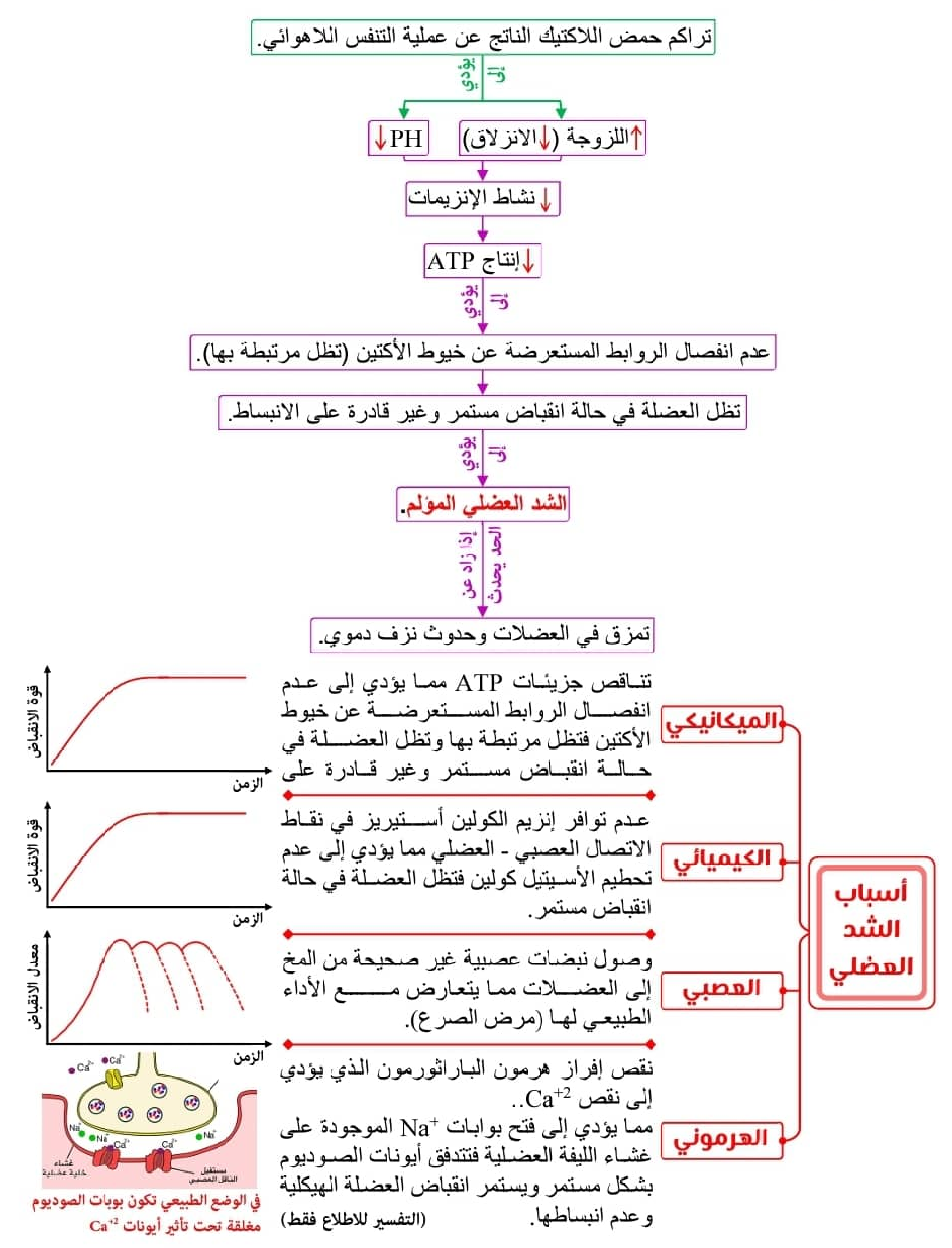
معدل انقباض العضلة

معدل طبيعي
- تصل للعضلة كمية كافية من الأكسجين أثناء الانبساط بما يناسب احتياجها.
- ↓ يتحول الجليكوچين (النشـــا الحيواني) إلى جلوكوز يتأكسد بطريقة التنفس الهوائي.
- ↓ تنتج كميـة كبيرة من جزيئـات ATP (٣٨ جزيء ATP من كل جزيء جلوكوز).
- ↓ تنقبض العضلة بصورة طبيعية قوية وسريعة.

معدل سريع ومتتالٍ
- تصل للعضلة كمية محدودة جدًا من الأكسجين لأن الدم لا يستطيع نقله بالسرعة الكافية للعضلة.
- ↓ يتحول الجليكوچين (النشـــا الحيواني) إلى جلوكوز يتأكسد بطريقة التنفس اللاهوائي.
- ↓ تنتج كمية قليلة من جزيئات ATP (٢ جزيء ATP من كل جزيء جلوكوز).
- ↓ تنقبض العضلة بصورة ضعيفة وبطيئة.
- ↓ يتراكم حمض اللاكتيك مسببًا **تعب العضلة وإجهادها**.

قوة الانقباض / الزمن (معدل طبيعي)

قوة الانقباض / الزمن (معدل سريع ومتتالٍ)


تراكم حمض اللاكتيك الناتج عن عملية التنفس اللاهوائي.
يؤدي إلى
↓PH
↑اللزوجة (↓الانزلاق)
↓نشاط الإنزيمات
↓إنتاج ATP
يؤدي إلى
عدم انفصال الروابط المستعرضة عن خيوط الأكتين (تظل مرتبطة بها).
تظل العضلة في حالة انقباض مستمر وغير قادرة على الانبساط.
يؤدي إلى
الشد العضلي المؤلم.
إذا زاد عن الحد يحدث
تمزق في العضلات وحدوث نزف دموي.
أسباب الشد العضلي
الميكانيكي
تناقص جزيئات ATP مما يؤدي إلى عدم انفصال الروابط المستعرضة عن خيوط الأكتين فتظل مرتبطة بها وتظل العضلة في حالة انقباض مستمر وغير قادرة على
الكيميائي
عدم توافر إنزيم الكولين أستيريز في نقاط الاتصال العصبي - العضلي مما يؤدي إلى عدم تحطيم الأسيتيل كولين فتظل العضلة في حالة انقباض مستمر.
العصبي
وصول نبضات عصبية غير صحيحة من المخ إلى العضلات مما يتعارض مع الأداء الطبيعي لها (مرض الصرع).
الهرموني
نقص إفراز هرمون الباراثورمون الذي يؤدي إلى نقص Ca^{+2}..
مما يؤدي إلى فتح بوابات Na^{+} الموجودة على غشاء الليفة العضلية فتتدفق أيونات الصوديوم بشكل مستمر ويستمر انقباض العضلة الهيكلية وعدم انبساطها.
(التفسير للاطلاع فقط)
قوة الانقباض
الزمن
قوة الانقباض
الزمن
معدل الانقباض
الزمن
غشاء خلية عضلية
مستقبل الناقل العصبي
في الوضع الطبيعي تكون بوابات الصوديوم مغلقة تحت تأثير أيونات Ca^{+2}



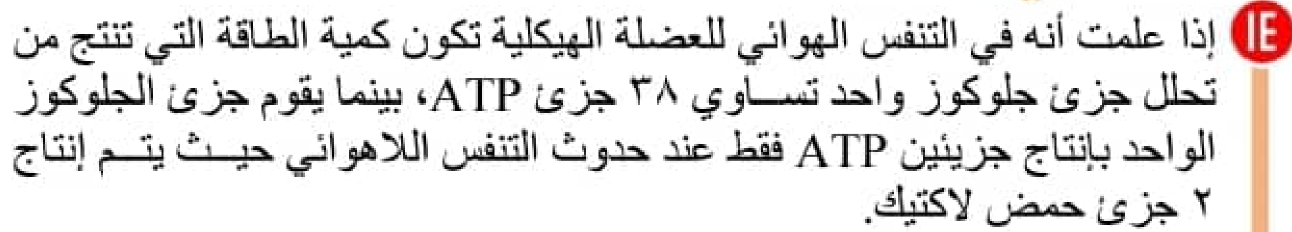
آلية زوال الإجهاد والشد العضلي الميكانيكي:

عند الراحة:

- تصل إلى العضلة كمية كافية من الأكسجين..
- تقوم العضلة بالتنفس الهوائي وإنتاج كمية كبيرة من جزيئات ATP..
- تعمل على انفصال الروابط المستعرضة عن خيوط الأكتين مما يؤدي إلى انبساط العضلة ، وبالتالي تبدأ العضلة من جديد في تتابع من الانقباضات والانبساطات.



أداء ذاتي



١٤ إذا علمت أنه في التنفس الهوائي للعضلة الهيكلية تكون كمية الطاقة التي تنتج من تحلل جزئ جلوكوز واحد تساوي ٣٨ جزئ ATP، بينما يقوم جزئ الجلوكوز الواحد بإنتاج جزيئين ATP فقط عند حدوث التنفس اللاهوائي حيث يتم إنتاج ٢ جزئ حمض لاكتيك.

بعد دراستك للرسم البياني المقابل الذي يوضح كمية الـATP وحمض اللاكتيك التي يتم إنتاجها أثناء نشاط إحدى العضلات الهيكلية، ما النسبة بين كمية الجلوكوز التي تستهلكها العضلة خلال نشاطها العادي بالمقارنة بالكمية التي تستهلكها العضلة أثناء الإجهاد على الترتيب ؟ ....

عدد الجزيئات
ATP
حمض اللاكتيك
٨٠
٦٠
٤٠
٢٠
٧٦ جزئ
٧٦ جزئ
٧٦ جزئ
حالة العضلة
عضلة خلال نشاطها العادي
عضلة مجهدة

(أ) ١٩:١ (ب) ١:١ (جـ) ١:١٩ (د) ١:٢

١٥ جميع المواد التالية يزداد تركيزها داخل الساركوبلازم عند انقباض العضلة بصورة سريعة ومتتالية ماعدا ....

(أ) جزيئات الفوسفات (ب) جزيئات ADP (جـ) حمض الخليك (د) حمض اللاكتيك

١٦ أي البدائل التالية تعبر عن التغيرات التي تطرأ على الألياف العضلية المكونة للعضلة التوأمية عند تراكم حمض اللاكتيك فيها ؟ ....

	اللزوجة	نشاط الإنزيمات	قوة الانقباض	المدة الزمنية اللازمة للانقباض
(أ)	تزداد	يقل	تقل	تقل
(ب)	تقل	يزداد	تقل	تزداد
(جـ)	تزداد	يقل	تقل	تزداد
(د)	تزداد	يزداد	تزداد	تقل

١٧ أي البدائل التالية قد تؤدي إلى نزف دموي في عضلات الذراع ؟ ....

(أ) تلف الجين المسئول عن تصنيع إنزيم الكولين أستيريز
(ب) مهاجمة الأجسام المضادة للغدة المسئولة عن تصنيع هرمون الباراثورمون
(جـ) نفاذ مخزون العضلة من الجليكوچين أثناء الانقباض بشكل مفاجئ
(د) جميع ما سبق

١٨ أي العبارات التالية صحيحة عن الشد العضلي ؟ ....

(أ) غياب الفوسفات من العضلة أثناء الراحة قد يسبب شدًا عضليًا مؤلمًا
(ب) نقص الصوديوم في الدم قد يؤدي إلى تمزق في العضلات
(جـ) قد يحدث شد عضلي مؤلم أثناء الراحة
(د) جميع ما سبق

		مكتبة مكة	٠١٢٨٧٦٧١٤٣٠
	منية النصر	مكتبة دار العلوم (عادل جبر)	٠١٢٧٦٦٦٩٠٠٨
		مكتبة نور الهدى	٠١٠١٥٠٧٦٨٢٢
الإسكندرية	محرم بيك	مكتبة محمد علي	٠١٠٠٢٤٨٤١٤٣
	فيكتوريا	مكتبة أولاد طه - فيكتوريا	٠١١١٣٠٦٦٢٣٠
	سيدى بشر	مكتبة أولاد طه – سيدى بشر	
كفر الشيخ	كفر الشيخ	مكتبة هشام الاسلامية	٠١٠٣٠٣٠٤٣٤٨
	دسوق	مكانك	٠١٢٨٢٥٥٥٨٢٢
	قلين	الرحمة	٠١٠٦٣٣٠٦٢٦٢
المنوفية	منوف	مجد مصر	٠١٠١٤٢٠٩٩٥٠
		جلال الفيشاوي	
		ميدو إسكندر	
	شبين الكوم	سمير	٠١٠٠٤٣٢٢١٢٧
		القدس	
		مكتبة الخواطر	٠١٢٧٦٢٢٩٩٥
	الشهداء	الرسالة	٠١٠٠١٢٠١٥٤٨
	أشمون	مكتبة الفاروق	٠١٠٠٥٠٥٩٠٥٢
		مكتبة السفير	
	الباجور	مكتبة خالد و عمرو	٠١٠١٥٥٤٥٦٠٢
		مكتبة الوليد	
	قويسنا	مكتبة كادو	٠١٠١٩٢٠٠٦٨٠
		مكتبة سيف الإسلام	٠١٠٩٣٧٣٧٣٦٦
		مكتبة سما	٠١٠٩٨٠١٥٥٠٥
	بركة السبع	مكتبة خالد	
		مكتبة الإخلاص	٠١٠١٢٨٣٨٥٠٠
القاهرة والجيزة	الفجالة	مكتبة المستقبل (الموزع الرليسي)	٠١٠١٦٢٥٦٢٤٥
		مكتبة الطالب	
		مكتبة عالم المعرفة	
		مكتبة كيان	
		مكتبة جمعة	
		مكتبة مكة	
		مكتبة الطالب	
		مكتبة الذهبية	
		المحمدي	
		مكتبة جلال	
	الجيزة - البدرشين	مكتبة الإخلاص	٠١٠٦٤٣٤٧١٢٥
		مكتبة الشهيد	
	الجيزة- الصف	مكتبة توب	
	الجيزة العياط	مكتبة العباقرة	
	عين شمس	مكتبة الرسالة	
	الزيتون	مكتبة هانم	
	شارع حسنين دسوقي - حدائق حلوان	مكتبة بيت اللغات	01093792624
الاقصر		مكتبة الوحدة	٠١٠٠٢٢٤٥٧٩٧
الغردقة		مكتبة الأقصى	
سيناء		مكتبة لمسات بطور سينا	

		مكتبة مكة	٠١٢٨٧٦٧١٤٣٠
	منية النصر	مكتبة دار العلوم (عادل جبر)	٠١٢٧٦٦٦٩٠٠٨
		مكتبة نور الهدى	٠١٠١٥٠٧٦٨٢٢
الإسكندرية	محرم بيك	مكتبة محمد علي	٠١٠٠٢٤٨٤١٤٣
	فيكتوريا	مكتبة أولاد طه - فيكتوريا	٠١١١٣٠٦٦٢٣٠
	سيدى بشر	مكتبة أولاد طه – سيدى بشر	
كفر الشيخ	كفر الشيخ	مكتبة هشام الاسلامية	٠١٠٣٠٣٠٤٣٤٨
	دسوق	مكانك	٠١٢٨٢٥٥٥٨٢٢
	قلين	الرحمة	٠١٠٦٣٣٠٦٢٦٢
المنوفية	منوف	مجد مصر	٠١٠١٤٢٠٩٩٥٠
		جلال الفيشاوي	
		ميدو إسكندر	
	شبين الكوم	سمير	٠١٠٠٤٣٢٢١٢٧
		القدس	
		مكتبة الخواطر	٠١٢٧٦٢٢٩٩٥
	الشهداء	الرسالة	٠١٠٠١٢٠١٥٤٨
	أشمون	مكتبة الفاروق	٠١٠٠٥٠٥٩٠٥٢
		مكتبة السفير	
	الباجور	مكتبة خالد و عمرو	٠١٠١٥٥٤٥٦٠٢
		مكتبة الوليد	
	قويسنا	مكتبة كادو	٠١٠١٩٢٠٠٦٨٠
		مكتبة سيف الإسلام	٠١٠٩٣٧٣٧٣٦٦
		مكتبة سما	٠١٠٩٨٠١٥٥٠٥
	بركة السبع	مكتبة خالد	
		مكتبة الإخلاص	٠١٠١٢٨٣٨٥٠٠
القاهرة والجيزة	الفجالة	مكتبة المستقبل (الموزع الرئيسي)	٠١٠١٦٢٥٦٢٤٥
		مكتبة الطالب	
		مكتبة عالم المعرفة	
		مكتبة كيان	
		مكتبة جمعة	
		مكتبة مكة	
		مكتبة الطالب	
		مكتبة الذهبية	
		المحمدي	
		مكتبة جلال	
	الجيزة - البدرشين	مكتبة الإخلاص	٠١٠٦٤٣٤٧١٢٥
		مكتبة الشهيد	
	الجيزة- الصف	مكتبة توب	
	الجيزة العياط	مكتبة العباقرة	
	عين شمس	مكتبة الرسالة	
	الزيتون	مكتبة هانم	
	شارع حسنين دسوقي - حدائق حلوان	مكتبة بيت اللغات	01093792624
الاقصر		مكتبة الوحدة	٠١٠٠٢٢٤٥٧٩٧
الغردقة		مكتبة الأقصى	
سيناء		مكتبة لمسات بطور سينا	

مكتبات يتوفر بها كتاب التفوق

الموزع في الفجالة: مكتبة المستقبل ٠١٠١٦٢٢٥٦٢٤٥

المحافظة	المركز	اسم المكتبة	رقم الهاتف
الشرقيــــة	الزقازيق	مكتبة الشافعي	
		مكتبة الفندور	٠١٠١٠٥٤٦٤٧٤
		مكتبة الشامي	
	أبو كبير	مكتبة عز الدين	٠١٠١٠٩٧٠٣١٠
		مكتبة الطلبة	٠١٠٩٠٤٢٠٣٤٦
	كفر صقر	مكتبة الامتحان	٠١٠١٠٤٧٣١٤٧
		مكتبة الأصدقاء	
	أولاد صقر	مكتبة الإمام	
	الحسنية	مكتبة ورقة وقلم	٠١٠٢٤٠٩٠٠٠١
		مكتبة المجد	
	فاقوس	مكتبة الطلبة	٠١٠٦٢٨٢٧١٧١
		مكتبة الهدى	
		مكتبة نجمة سيناء	
		الخولي	
	بلبيس	مكتبة اخوان يحيى	٠١٢٢٧٨٤٢٤٢٩
	منيا القمح	مكتبة العلوم والمعارف	٠١١٥٩٣٢٩٦٩٨
	أبو حماد	مكتبة اللغات	٠١١٤٢٠٥٣٥٦٦
		مكتبة الرضا والنور	
		مكتبة الطلبة	
		مكتبة حمادة	٠١٠٠٥٧٨٥٧٢٥
		مكتبة نادين - القرين	٠١١٢٠١٤٣٣٨٦
	العاشر من رمضان	مكتبة الحمد	٠١٠٦٥١٠٥٠٢٨
	ههيا	مكتبة الشرقاوي	٠١١٥٠٣٥٥١٣٢
	ديرب نجم	مكتبة الفارابي	٠١٠٦٥٥٥٢٤٢٧
	مشتول السوق	مكتبة العبور	
		مكتبة الأخوين	
		مكتبة الطوخي	
	القنايات	مكتبة التعاون	
المنيا	المنيا	مكتبة العهد الجديد	٠١١١١٧٧٧٥٣٥
	بنى مزار	مكتبة الاهرام	٠١٢٢٤٠٤٩٨٧١
	سمالوط	مكتبة الرسالة	٠١٠٠٦٧٩٠٣٤٧
	مغاغة	مكتبة ألوان	
	ملوي	نهضة مصر	
البحيرة	ايتاى البارود	مكتبة أوائل الطلبة	٠١١١٧٠٠٦٧٦٦
		مكتبة حمزة	٠١٠١٥٢٤٦٥٦٤
		مكتبة المدينة المنورة	
	كفر الدوار	مكتبة العجوز	٠١٢٨٢٧٧٢٦٣٥
	كوم حمادة	مكتبة الشروق	٠١٠٩٧٤٢٢٣٧٤
	دمنهور	مكتبة حلبي	
	أبو المطامير	مكتبة جمي تيك	٠١٠٠٤٤٤٢٩١٥
	المحمودية	مكتبة عز	٠١٠٩٥٦٥٥٠٤٥
قنا		مكتبة العلوم الحديثة	٠١٠٦١٠١٩٠٩٢
	قنا	مكتبة الجهاد	٠١٠١١٨٠١٦٦٧
		مكتبة المستقبل	
	فرشوط	مكتبة ريمون	
	نجع حمادي	مكتبة أم المؤمنين	
	أبو تشت	مكتبة الزهراء	
		مكتبة طلعت قنديل	٠١٠١٦١٩٨٤٦٨

الفصل الثاني

التنسيق الهرموني في الكائنات الحية

الدرس الأول: من بداية الفصل حتى نهاية الغدة النخامية

الدرس الثاني: من بداية الغدة الدرقية حتى نهاية الفصل



أهداف الفصل

في نهاية هذا الفصل ينبغي أن يكون الطالب قادرا على أن

- يتعرف دور العلماء في اكتشاف الهرمونات.
- يذكر أهمية الأوكسينات بالنسبة للنبات.
- يكتشف وظائف الهرمونات.
- يذكر أمثلة للغدد الصماء الموجودة في الإنسان.
- يستنتج خصائص الهرمونات.
- يقارن بين الغدد الصماء (اللاقنوية) والغدد القنوية في الإنسان.
- يتعرف دور الغدة النخامية.
- يستنتج أن الغدة النخامية هي رئيسة الغدد الصماء .
- يكتشف الغدة الدرقية (غدة النشاط).
- يوضح وظيفة الغدد الجار درقية.
- يكتشف الغدتان الكظريتان (غدد الإنفعال).
- يتعرف دور البنكرياس كمنظم للسكر.
- يستنتج أن البنكرياس غدة مزدوجة قنوية ولا قنوية.
- يكتسب مهارات الربط بين المرض وما يسببه (نقص وزيادة في إفراز هرمون معين).
- يقدر عظمة الخالق في كيفية التنسيق الهرموني في الكائنات الحية.

أهم المفاهيم

- الغدد الصماء.
- الهرمونات.
- الأوكسينات.
- الغدد القنوية.
- الغدد المختلطة.
- الخلايا العصبية المفرزة.
- القماءة.
- الميكسوديما.
- مرض البول السكرى.

جهاز الغدد الصماء

جهاز الغدد الصماء هو الجهاز الثاني بعد الجهاز العصبي من الأجهزة التي تتحكم في وظائف الجسم، ولذلك فإن وظائف الجسم المختلفة تكون تحت سيطرة التحكم (الاستجابة) العصبي والهرموني.

أضف إلى معلوماتك

• مقارنة بين الاستجابة العصبية والاستجابة الهرمونية:

	الاستجابة العصبية	الاستجابة الهرمونية
السرعة	أسرع (تستغرق وقتا أقل)	أبطأ (تستغرق وقتا أطول)
المدة الزمنية للتأثير	أقل	أطول
طبيعة الاستجابة الأساسية	كهربية	كيميائية
كيفية الحدوث	انتقال الإشارات الكهربية على صورة سيالات عصبية من المخ والحبل الشوكي لمختلف أعضاء الجسم مثل العضلات والغدد (أعصاب حركية) وانتقالها في المسار المعاكس من الجلد للحبل الشوكي والمخ (أعصاب حسية).	إفراز الغدد الصماء لمواد كيميائية (الهرمونات) في الدم مباشرة حيث تنتقل عن طريق الدم لأعضاء الجسم المختلفة فتؤثر عادة على وظيفتها أو نموها التي تعتمد عليها حسب حاجة الجسم.

الغدد الصماء

غدد لاقنوية ذات إفراز داخلي محاطة بشبكة من الشعيرات الدموية دون المرور في قنوات خاصة بها.

الهرمونات

مواد كيميائية عضوية تتكون داخل غدد لاقنوية (صماء) تُفرز في الدم مباشرةً ثم تنتقل عن طريق الدم إلى عضو آخر فتؤثر عادة على وظيفته أو نموه. ومعظم تأثيرات الهرمونات من النوع المحفز حيث تقوم بتنشيط أعضاء أو غدد أخرى بالجسم.

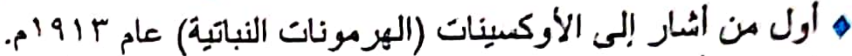
• يوجد نوعان من الهرمونات:

1. هرمونات نباتية (أوكسينات).
2. هرمونات حيوانية.

أولاً الهرمونات النباتية (الأوكسينات)

مواد كيميائية تفرز من الخلايا الحية في القمم النامية والبراعم النباتية (مناطق الاستقبال) وتنتقل إلى مناطق الاستجابة حيث تؤثر في وظائف المناطق المختلفة بالنبات.

الاكتشاف: يعتبر بويسن جنسن Boysen Jensen:



- أول من أشار إلى الأوكسينات (الهرمونات النباتية) عام ١٩١٣م.
- استطاع أن يفسر دورها في انحناء الساق نحو الضوء، فقد أثبت: أن الخلايا الحية في القمم النامية والبراعم النباتية للنبات (منطقة الاستقبال) تفرز موادًا كيميائية (أندول حمض الخليك) تنتقل منها إلي منطقة الاستجابة (الانحناء) فتسبب انحناءها.

مكان الإفراز: الخلايا الحيّة في القمم النامية (سواءً في الساق أو في الجزر) والبراعم النباتيّة.

مكان الاستجابة: منطقة الانحناء مثل الساق.

الأهمية:

١- تنظم تتابع نمو الأنسجة وتنوعها.
٢- تؤثر على النمو بالتنشيط أو بالتثبيط.
٣- تؤثر على العمليات الوظيفية في جميع الخلايا والأنسجة.
٥- تتحكم في موعد تفتح الأزهار وتساقط الأوراق ونضج الثمار وتساقطها.
٤- تمكن الإنسان من التحكم في إخضاع نمو النبات.

مثال: أندول حمض الخليك.

اوكسينات

دور الأوكسينات في انحناء القمة النامية للساق

أضف إلى معلوماتك

- يوجد منشطات لنمو النبات بخلاف الأوكسين، مثل: **الجبرلين والسيتوكينين**، كما يوجد أيضًا مثبطات لنمو النبات مثل: **الإيثيلين وحمض أبسيسيك**.



ثانيًا الهرمونات الحيوانية

اكتشاف الهرمونات الحيوانية

أ كلود برنار Cloud Bernar

- درس وظائف الكبد في عام ١٨٥٥م.
- اعتبر السكر المدخر في الكبد هو **إفرازه الداخلي** والصفراء **إفرازه الخارجي**.

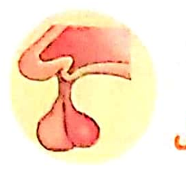
ب ستارلنج Starling

في عام ١٩٠٥م:

- وجد أن البنكرياس يفرز عصارته الهاضمة فور وصول الطعام من المعدة إلى الاثني عشر حتى بعد قطع الاتصال العصبي بين البنكرياس وغيره من الأعضاء.
- استنتج أن هناك نوعًا من التنبيه غير عصبي.
- توصل إلى أن الغشاء المخاطي المبطن للاثني عشر يفرز موادًا (رسائل) كيميائية في الدم وتنتقل إلى البنكرياس فتنبهه لإفراز عصارته الهاضمة.
- أطلق على هذه الرسائل الكيميائية اسم «**الهرمونات**» وهو لفظ يوناني معناه المواد المنشطة.

ب الدراسات الحديثة

- مع توالي الدرسات واتساع ميدان البحث العلمي استطاع العلماء التعرف على الغدد الصماء في جسم الإنسان والهرمونات الخاصة بكل غدة.



التنظيم الهرموني في الإنسان

يتم دراسة هذا التنظيم في الإنسان كنموذج يمثل قمة التطور..
وقد استطاع العلماء معرفة الكثير من وظائف الهرمونات والغدد الصماء، **حيث تم ذلك عن طريق:**
1. دراسة الأعراض التي تظهر على الإنسان أو الحيوان نتيجة تضخم غدة صماء أو استئصالها.
2. دراسة التركيب الكيميائي لخلاصة الغدة (الهرمونات) والتعرف على أثرها في العمليات الحيوية المختلفة.

خصائص الهرمونات

التركيب الكيميائي:

بروتينات معقدة	**مثل:** هرمونات الفص الأمامي للغدة النخامية - الأنسولين - الجلوكاجون
مشتقات أحماض أمينية	**مثل:** الثيروكسين - الأدرينالين - النورأدرينالين
إستيرويدات (مواد دهنية)	**مثل:** التستوستيرون - الأندروستيرون - البروجسترون - الإستروجين - الألدوستيرون - الكورتيزون -الكورتيكوستيرون - الهرمونات الجنسية المفرزة من قشرة الغدة الكظرية

أضف إلى معلوماتك

- خصائص الهرمونات التي تتكون من مواد دهنية (الإستيرويدات=ستيرويدات=Steroids):
  - تذوب في المذيبات العضوية كالبنزين ولا تذوب في المذيبات القطبية كالماء.
  - تستطيع النفاذ عبر أغشية الخلايا بسهولة لأنها تذوب في طبقة الفوسفوليبيد المكونة للغشاء الخلوي وبالتالي تقع مستقبلاتها في السيتوبلازم بالقرب من نواة الخلية أو في النواة نفسها.
  - لا تذوب في بلازما الدم لذا يتم حملها بواسطة جزيئات من البروتين (مثل الجلوبيولين والألبومين) داخل تيار الدم حتى تصل للخلايا الهدف التي تعمل عليها وتؤثر في وظيفتها.
  - يمكن تناولها على هيئة أقراص عن طريق الفم لعلاج الخلل الناتج عن نقصها لأنها لا تتحلل بواسطة العصارة الهاضمة.
- الهرمونات المكونة من بروتينات معقدة أو أحماض أمينية:
  تقع مستقبلاتها على غشاء الخلية من الخارج بسبب أنها تذوب في الماء فلا تستطيع عبور الغشاء البلازمي الدهني ماعدا الثيروكسين تقع مستقبلاته بالقرب من نواة الخلية بسبب أن الحمض الأميني التيروزين المكون له واليود يجعلانه ذا طبيعة دهنية.

الكمية: تفرز بكميات قليلة ومحددة تقدر بوحدة الميكروجرام (١/١٠٠٠ ملليجرام) **وذلك:**
لكي تؤدي وظيفتها على أحسن وجه حيث إن زيادتها أو نقصها يؤدي إلى اختلال في الوظيفة مما قد يسبب أعراضًا مرضية تختلف من هرمون لآخر.

الأهمية: ذات أهمية كبيرة في حياة الإنسان في أداء **الوظائف التالية:**
1. نمو الجسم.
2. النضج الجنسي.
3. التمثيل الغذائي (الأيض) ويشمل عمليتي الهدم والبناء.
4. سلوك الإنسان ونموه العاطفي والتفكيري.
5. اتزان الوضع الداخلي للجسم وتنظيمه (الاتزان الداخلي).

نوع الاستجابة: معظم تأثيرات الهرمونات من النوع المحفز حيث تقوم بتنشيط أعضاء أو غدد أخرى بالجسم.

أنواع الغدد في جسم الإنسان

يوجد في جسم الإنسان ثلاثة أنواع من الغدد:

	غدد قنوية	غدد صماء (لاقنوية)	غدد مختلطة (مشتركة)
المفهوم	غدد ذات إفراز خارجي وتحتوي على الجزء المفرز ولها قنوات خاصة تصب فيها إفرازاتها.	غدد ذات إفراز داخلي ليس لها قنوات خاصة بها تصب إفرازاتها من الهرمونات في الدم مباشرة.	غدد تجمع بين الغدد القنوية والغدد الصماء؛ حيث تتركب من جزء غدي قنوي وآخر غدي لا قنوي.
أمثلة	- قد يكون الإفراز: • خارج الجسم، مثل: الغدة العرقية - الغدد الدمعية - الغدد الثديية - الغدد الدهنية. • داخل الجسم، مثل: الغدد اللعابية - الغدد الهضمية.	- الغدد النخامية. - الغدة الدرقية. - الغدة الكظرية.	- البنكرياس. - الخصية. - خلايا الغشاء المخاطي المبطن للمعدة والأمعاء الدقيقة (القناة الهضمية).
صورة توضيحية			

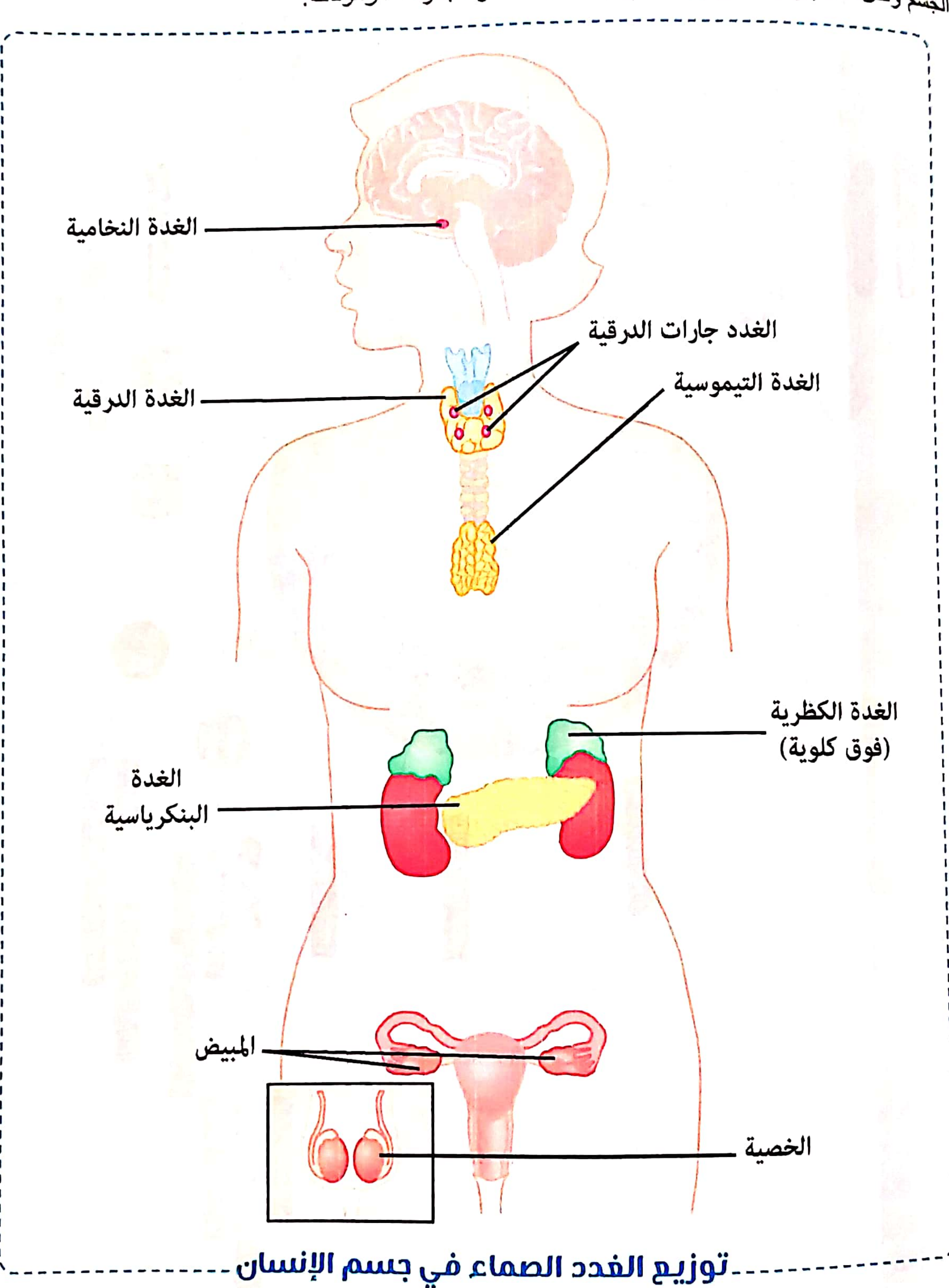
ملحوظة

- يوجد العديد من الغدد لها دور مناعي بالجسم، مثل:
  - الغدد اللعابية تفرز اللعاب الذي يحتوي على بعض المواد القاتلة للميكروبات بالإضافة إلى بعض الإنزيمات المذيبة لها.
  - الغدد العرقية تفرز العرق على سطح الجلد والذي يعتبر سائلًا مميتًا لمعظم الميكروبات بسبب ملوحته.
  - الغدد الدمعية تفرز الدموع التي تحمي العين من الميكروبات نظرًا لاحتواء الدموع على مواد محللة للميكروبات.
  - الغدة التيموسية تفرز هرمون الثيموسين الذي يحفز نضج الخلايا الليمفاوية الجذعية إلى الخلايا التائية (T) وتمايزها إلى أنواعها المختلفة داخلها.
  - الغدة الدرقية تحافظ على سلامة الجلد (أحد وسائل خط الدفاع الأول) والشعر.

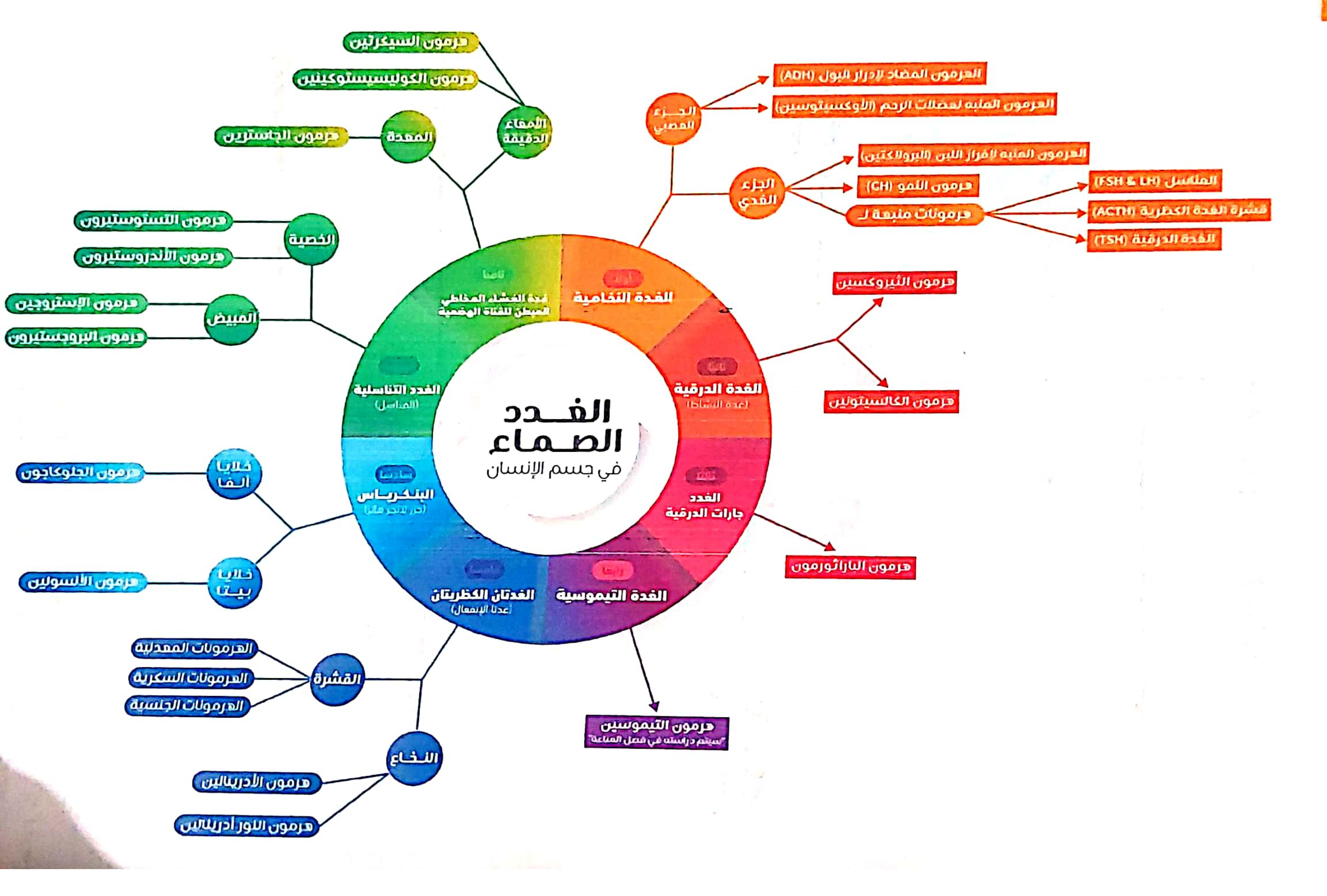
أداء ذاتي

1. تشترك جميع الهرمونات التي تفرزها الغدد الصماء في جسم الإنسان في ....
   - (أ) التركيب الكيميائي
   - (ب) موضع المستقبلات التي ترتبط بها الهرمونات من الخ
   - (جـ) نوع النشاط المحفز للغدد والأعضاء الأخرى بالجسم
   - (د) إفرازها بكميات ضئيلة جدًا في الجسم

الشكل التالي يوضح أن جسم الإنسان يحتوي على مجموعة من الغدد الصماء موزعة في أماكن متفرقة من الجسم ولكل غدة إفراز خاص بها يحوي هرمونًا واحدًا أو مجموعة هرمونات:

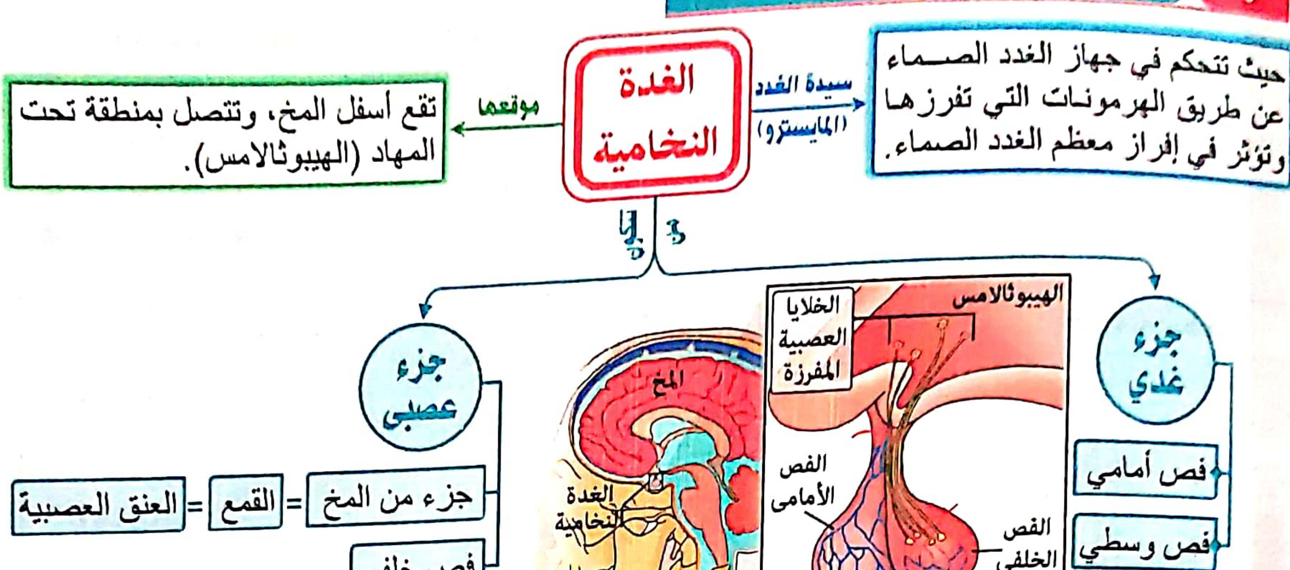


توزيع الغدد الصماء في جسم الإنسان



الغدد الصماء
في جسم الإنسان
الغدة النخامية
الجزء العصبي
الهرمون المضاد لإدرار البول (ADH)
الهرمون المنبه لعضلات الرحم (الأوكسيتوسين)
الجزء الغدي
الهرمون المنبه لإفراز اللبن (البرولاكتين)
هرمون النمو (GH)
هرمونات منبهة لـ
المناسل (FSH & LH)
قشرة الغدة الكظرية (ACTH)
الغدة الدرقية (TSH)
الغدة الدرقية
(غدة النشاط)
هرمون الثيروكسين
هرمون الكالسيتونين
الغدد جارات الدرقية
هرمون الباراثورمون
الغدة التيموسية
هرمون التيموسين
"سيتم دراسته في فصل المناعة"
الغدتان الكظريتان
(غدتا الانفعال)
القشرة
الهرمونات المعدنية
الهرمونات السكرية
الهرمونات الجنسية
النخاع
هرمون الأدرينالين
هرمون النور أدرينالين
البنكرياس
خلايا ألفا
هرمون الجلوكاجون
خلايا بيتا
هرمون الأنسولين
الغدد التناسلية
(المناسل)
الخصية
هرمون التستوستيرون
هرمون الأندروستيرون
المبيض
هرمون الإستروجين
هرمون البروجستيرون
غدة الغشاء المخاطي المبطن للقناة الهضمية
المعدة
هرمون الجاسترين
الأمعاء الدقيقة
هرمون الكوليسيستوكينين
هرمون السيكرتين

أولاً الغدة النخامية Pituitary Gland



أضف إلى معلوماتك

- يتصل الفص الأمامي من الغدة النخامية بالهيبوثالامس hypothalamus عن طريق شبكة كثيفة من الأوعية الدموية تنتقل من خلالها بعض الهرمونات التي تحفز او تثبط إفراز هرمونات الجزء الغدي..
- يتصل الفص الخلفي من الغدة النخامية بالهيبوثالامس hypothalamus عن طريق القمع أو العنق العصبية المكونة من محاور الخلايا العصبية المفرزة الموجودة بالهيبوثالامس والتي تصنع فيها هرمونات الجزء العصبي.
- هرمونات الجزء الغدي يتم تصنيعها وتخزينها وإفرازها بواسطة خلايا الفص الأمامي للغدة النخامية تحت تأثير الهرمونات المحفزة أو المثبطة من الهيبوثالامس..
- هرمونات الجزء العصبي يتم تصنيعها بواسطة الخلايا العصبية المفرزة بالهيبوثالامس hypothalamus، بينما يتم تخزينها وإفرازها بواسطة الفص الخلفي للغدة النخامية.

أ هرمونات الجزء الغدي Adenohypophysis Hormones

أ هرمون النمو Growth Hormone «GH»

التركيب الكيميائي: هرمون بروتيني يتكون من ارتباط عدة أحماض أمينية مع بعضها بروابط ببتيدية.

الوظيفة:

١- يتحكم في عمليات الأيض خاصة تصنيع البروتينات داخل خلايا الجسم.
٢- يحفز زيادة عدد وحجم الخلايا داخل الأنسجة المختلفة مثل العظام والعضلات (نمو الجسم).

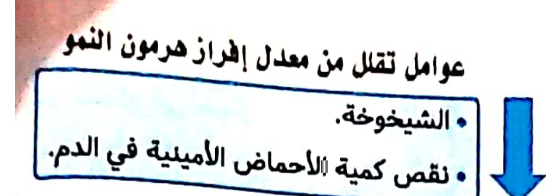
تأثيره على نمو العظام:

- **قبل البلوغ:** يعمل على نمو العظام في الطول والسمك.
- **بعد البلوغ:** يعمل على نمو العظام في السمك فقط؛ بسبب التحام أطراف العظام الطويلة.

العوامل التي تتحكم في إفرازه:

عوامل تزيد من معدل إفراز هرمون النمو

- الطفولة.
- زيادة كمية الأحماض الأمينية في الدم.
- النوم العميق.
- أداء التمرينات الرياضية.


عوامل تقلل من معدل إفراز هرمون النمو

- الشيخوخة.
- نقص كمية الأحماض الأمينية في الدم.

الأمراض الناتجة عن خلل في إفراز هرمون النمو :

	الأسباب	الأعراض	صورة توضيحية
العملقة Gigantism	زيادة إفراز هرمون النمو في الأطفال.	زيادة كبيرة في طول القامة عن المعدل الطبيعي.	
القزامة Dwarfism	نقص إفراز هرمون النمو في الأطفال.	نقص ملحوظ في طول القامة عن المعدل الطبيعي.	
الأكروميجالي (تضخم الأطراف) Acromegaly	زيادة إفراز هرمون النمو في البالغين.	تجدد نمو الأجزاء البعيدة من العظام الطويلة (كالأيدي والأصابع والأقدام)، وتضخم عظام الوجه.	

ب الهرمون المنبه لإفراز اللبن (البرولاكتين) (Prolactin)

التركيب الكيميائي: هرمون بروتيني يتكون من ارتباط عدة أحماض أمينية مع بعضها بروابط ببتيدية.

الوظيفة: يعمل على إفراز اللبن من الغدد الثديية.

الخلل الناتج عن زيادة إفرازه:

- **في الذكور:** كبر حجم الثدي وفقدان القدرة الجنسية.
- **في الإناث:** نزول اللبن من الثدي في غير وقت الرضاعة واضطراب الدورة الشهرية.



ج الهرمونات المنبهة للغدد Pituitary Tropic Hormones

التركيب الكيميائي: هرمونات بروتينية تتكون من ارتباط عدة أحماض أمينية مع بعضها بروابط ببتيدية.

الوظيفة: تنبيه بعض الغدد الصماء في الجسم لإفراز هرموناتها مثل الغدة الدرقية وقشرة الغدة الكظرية.

تشمل:

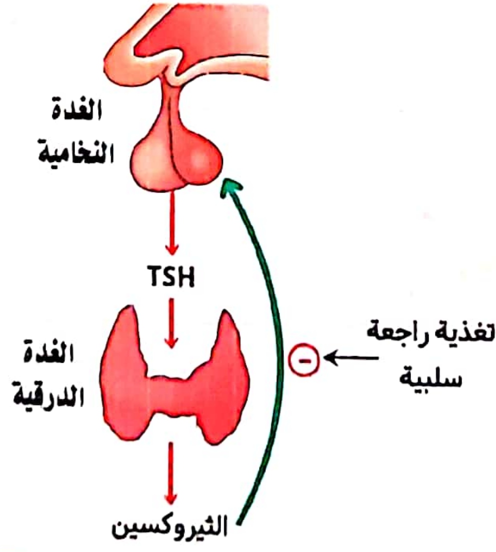
1. الهرمون المنبه للغددة الدرقية Thyrotropin Stimulating Hormone (TSH).
2. الهرمون المنبه لقشرة الغدة الكظرية Adrenocorticotrophic Hormone (ACTH).
3. الهرمونات المنبهة للمناسل Gonadotrophic Hormones وتشمل الهرمونات التالية:

		الهرمون المنبه لتكوين الحويصلة FSH	الهرمون المنبه لتكوين الجسم الأصفر LH
وجه الشبه		◆ كلاهما من الهرمونات المنبهه للغدد. ◆ كلاهما ضروريان لاكتمال عملية التكوين الجنسي للفرد.	◆ كلاهما هرمونات بروتينية.
الوظيفة	في الأنثى	يعمل على نمو الحويصلات في المبيض وتحويلها إلى حويصلة جراف في مرحلة نضج البويضة.	يعمل على تفجير حويصلة جراف وتحرر البويضة وتكوين الجسم الأصفر من بقايا حويصلة جراف في مرحلة التبويض.
	في الذكر	يساعد على تكون الأنيبيبات المنوية وتكوين الحيوانات المنوية في الخصية.	• مسئول عن تكوين الخلايا البينية في الخصية. • تنبيه الخلايا البينية لإفراز هرموناتها الجنسية.

اضف إلى معلوماتك

• يعتمد نشاط الغدد الصماء على كمية الهرمون المفرزة من الغدة نفسها أو غدد أخرى بالجسم بالإضافة إلى بعض الأيونات ونواتج عمليات الأيض فعندما يزداد إفراز الهرمون عن المعدل الطبيعي يثبط الغدة المسئولة عن إفرازه لتجنب حدوث اختلال مرضي وهو ما يعرف بـ التغذية الراجعة السلبية Negative feedback..

فمثلًا عندما يكون تركيز هرمون الثيروكسين المفرز من الغدة الدرقية مرتفعًا فإنه يثبط إفراز هرمون TSH والعكس صحيح وهذا ينطبق على باقي الهرمونات الأخرى.



٢ جميع العبارات التالية صحيحة عن هرمون النمو ماعدا ....

(أ) يتكون من بروتين معقد
(ب) يزيد من معدل تصنيع البروتين داخل النسيج العظمي
(ج) نقصه يسبب تخلفًا عقليًا
(د) تأثيره البنائي أكبر من تأثيره الهدمي

٣ أي البدائل التالية تصف التغيرات التي تطرأ على بعض أجزاء الجسم في الأكروميجالي ؟ ....

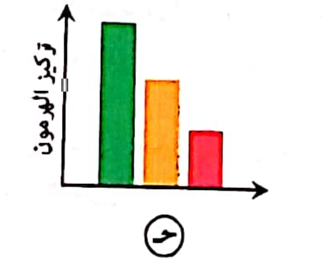
	حجم الغدة النخامية	حجم العضلة التوأمية	طول عظمة الفخذ	سمك عظمة الفك السفلي
(أ)	يقل	يزداد	يزداد	يزداد
(ب)	ثابت	يزداد	يزداد	يزداد
(ج)	يزداد	يزداد	ثابت	يزداد
(د)	ثابت	ثابت	يزداد	يزداد

٤ رجل عمره ٤٥ سنة يعاني من اضطراب في معدل النمو تعرض للفحص بواسطة الأشعة المقطعية على المخ فلوحظ وجود ورم حميد في الخلايا الغدية المسئولة عن إفراز هرمون النمو في الغدة النخامية أدى إلى زيادة نسبته في الدم عن المعدل الطبيعي. جميع الأغراض التالية يلجأ المريض إلى تغيير مقاساها كل فترة زمنية لتلائم استخدامه ماعدا ....

(أ) الأحذية (ب) القفازات (ج) القبعة (د) البناطيل

٥ أي الأشكال البيانية التالية تعبر عن تركيز هرمون البرولاكتين في ٣ عينات دم تم سحب كل منها على حدة من ذكر بالغ وفتاة في سن العشرين وامرأة حامل في شهرها السادس ؟..........

ذكر بالغ
فتاة في سن العشرين
امرأة حامل في شهرها السادس

(أ) (ب) (ج) (د)

٦ أي المواد الكيميائية التالية يسهم هرمون البرولاكتين في تكوينها داخل الغدد الثديية ؟ ....

(أ) بروتين الكازين وسكر الفركتوز
(ب) بروتين الكولاجين وسكر اللاكتوز
(ج) بروتين الكازين وسكر اللاكتوز
(د) بروتين الكولاجين وسكر الفركتوز

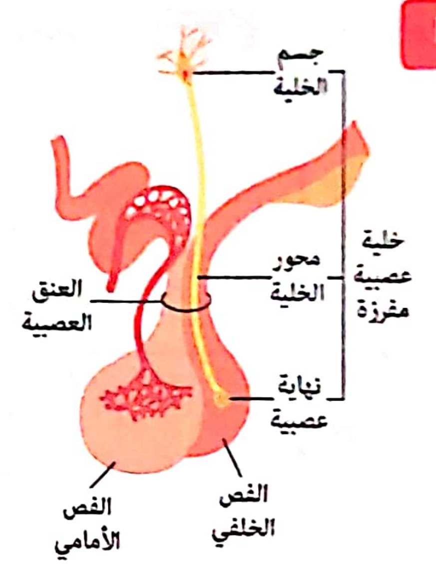
تذكر
◆ الكازين بروتين اللبن وهو بروتين مرتبط يحتوي على الفوسفور.

٧ تتحكم الغدة النخامية في إفراز جميع الغدد التالية ماعدا ....

(أ) الغدة الدرقية
(ب) قشرة الغدة الكظرية
(ج) المناسل
(د) الغدد المنظمة لمستوى الجلوكوز في الدم

ب هرمونات الجزء العصبي Neurohypophysis Hormones

مكان إفرازها: تفرزها خلايا عصبية توجد في منطقة تحت المهاد (الهيبوثالامس) بالمخ تعرف بـ الخلايا العصبية المفرزة.



الخلايا العصبية المفرزة

خلايا عصبية توجد في منطقة تحت المهاد (الهيبوثالامس) بالمخ وتقوم بإفراز هرمونات الجزء العصبي من الغدة النخامية والتي تصل إلى الفص الخلفي للغدة النخامية عن طريق القمع أو العنق العصبية.

تشمل هرمونات الجزء العصبي ما يلي:

أ الهرمون المضاد لادرار البول Antidiuretic Hormone «ADH»
(الهرمون القابض للأوعية الدموية «فازوبريسين Vasopressin H.»)

التركيب الكيميائي: هرمون بروتيني يتكون من ارتباط عدة أحماض أمينية مع بعضها بروابط ببتيدية.

الوظيفة:

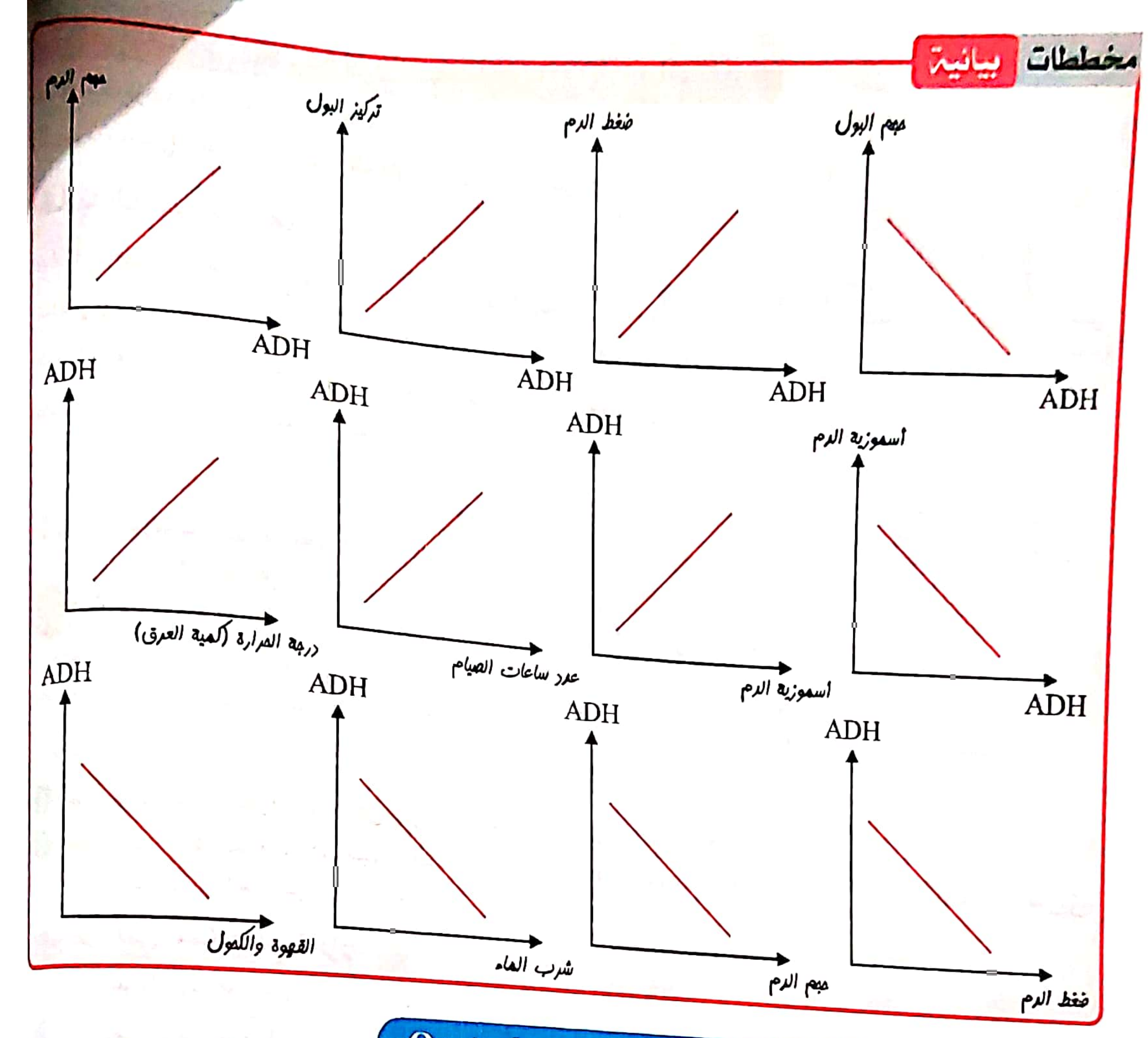
1. يعمل على تقليل كمية البول عن طريق إعادة امتصاص الماء من نفرونات الكليتين.
2. يعمل على رفع ضغط الدم حيث يحفز انقباض الأوعية الدموية ويزيد من حجم البلازما (الدم) عن طريق إعادة امتصاص الماء من نفرونات الكلية.

العوامل التي تتحكم في إفرازه:

عوامل تزيد من معدل إفراز هرمون ADH	عوامل تقلل من معدل إفراز هرمون ADH
• نقص حجم البلازما كما يحدث في حالات النزيف الشديد والإسهال المزمن والجفاف والصيام والتعرق.	• زيادة حجم البلازما كما يحدث عند شرب كمية كبيرة من الماء.
• زيادة أسموزية الدم.	• نقص أسموزية الدم.
• نقص ضغط الدم.	• ارتفاع ضغط الدم.
• ارتفاع درجة حرارة الجو.	• انخفاض درجة حرارة الجو.
• بعض الأدوية مثل المورفين.	• شرب الكحول والقهوة.

أضف إلى معلوماتك

- عند حدوث تلف في الخلايا العصبية المسئولة عن تصنيع هرمون ADH أو خلل في مستقبلات ADH على نفرونات الكليتين يقل معدل إعادة امتصاص الماء من نفرونات الكليتين مما يؤدي إلى فقد كمية كبيرة من الماء في البول ونقص أسموزية البول وشدة العطش وجفاف الجسم وهي نفس أعراض مرض البول السكري لذا تعرف هذه الحالة بـ"مرض السكري الكاذب" وذلك لعدم وجود سكر في البول بكثرة كما يحدث في مرض البول السكري.
- قد يخرج الجلوكوز في البول رغم أن مستوياته في الدم طبيعية أو منخفضة وذلك لوجود عيب في أنبيبات الكلية يحد من إعادة امتصاص الجلوكوز.



ب الهرمون المنبه لعضلات الرحم «الأوكسيتوسين Oxytocin»

التركيب الكيميائي: هرمون بروتيني يتكون من ارتباط عدة أحماض أمينية مع بعضها بروابط ببتيدية.

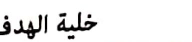
الوظيفة:

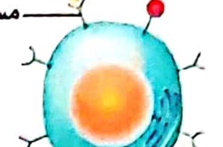
1. له علاقة مباشرة بعملية تنظيم تقلصات عضلات الرحم ويزيدها بشدة أثناء عملية الولادة من أجل إخراج الجنين (لذا غالبًا ما يستخدمه الأطباء للإسراع في عمليات الولادة -هرمون الطلق-).
2. له أثر مشجع في اندفاع (نزول) الحليب من الغدد اللبنية بعد الولادة استجابة لعملية الرضاعة.

استنتاجات

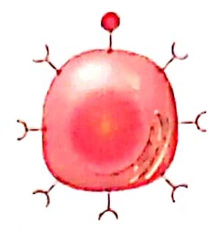
- ليست كل الهرمونات متخصصة فقد يؤثر هرمون واحد على أكثر من نسيج؛ **لوجود مستقبلات له على أكثر من نسيج، مثل:**
  - الـADH يؤثر على (نفرونات الكلية - العضلات الملساء الموجودة في جدران الأوعية الدموية).
  - الأوكسيتوسين يؤثر على (عضلات الرحم - الغدد اللبنية).

- قد يتأثر نسيج واحد بأكثر من هرمون إذا كان يحمل مستقبلات لأكثر من هرمون، مثل:
  - الغدد الثديية (اللبنية) تتأثر بهرموني (البرولاكتين - الأوكسيتوسين).

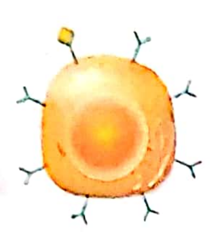




خلية الهدف للهرمونين A وB



خلية الهدف للهرمون A



خلية الهدف للهرمون B

فروق

- هرمون غدي يؤثر على أنسجة غير غدية: هرمون النمو (GH).
- هرمون غير غدي (عصبي) يؤثر على أنسجة غدية: الهرمون المنبه لعضلات الرحم (الأوكسيتوسين).
- هرمون غير غدي (عصبي) يؤثر على أنسجة غير غدية: الهرمون المضاد لإدرار البول (ADH).

ملحوظات

- عند حقن امرأة حامل بخلاصة الفص الخلفي للغدة النخامية في شهرها الخامس: يحدث إجهاض نتيجة تقلص عضلات الرحم استجابة للهرمون المنبه لعضلات الرحم المفرز من الفص الخلفي للغدة النخامية.
- إذا أزيل الفص الخلفي من الغدة النخامية لامرأة حامل في شهرها الخامس: تتعسر عملية الولادة، ويضعف نزول الحليب من الغدد اللبنية بعد الولادة؛ وذلك لعدم إفراز الهرمون المنبه لعضلات الرحم (الأوكسيتوسين) المفرز من الفص الخلفي للغدة النخامية.
- الفص الأمامي من الغدة النخامية أكثر أهمية من الفص الخلفي؛ لأن الفص الأمامي يُفرز ستة هرمونات تؤثر في وظائف هامة بالجسم بصفة مستمرة غالبًا مثل (نمو الجسم - النضج الجنسي - إفراز الغدد الصماء الأخرى بالجسم - إفراز اللبن)، بينما الفص الخلفي يُفرز هرمونَيه خلايا عصبية مفرزة ويؤثر الهرمونان في وظائف أقل أهمية بصفة مؤقتة غالبًا مثل (الحمل - الرضاعة - كمية البول - ضغط الدم).

أداء ذاتي

٨ أي العبارات التالية صحيحة علميًا عن الغدة المايسترو في جسم الإنسان ؟ ....

(أ) تتكون من جزء غدي قنوي وجزء غدي لا قنوي
(ب) تتحكم في إفراز جميع الغدد الصماء الأخرى بالجسم
(ج) تتصل بالجهاز العصبي المركزي عن طريق تحت المهاد
(د) تتكون من فص أمامي عصبي وفص خلفي غدي

٩ أي الأجزاء التالية تقع ضمن تركيب الفص الخلفي من الغدة النخامية ؟ ....

(أ) أجسام الخلايا العصبية المفرزة
(ب) النهايات العصبية للخلايا العصبية المفرزة
(ج) خلايا غدية لها قنوات خاصة
(د) منطقة تحت المهاد

١٠ أي البدائل التالية تعبر عن هرمونات الجزء العصبي من الغدة النخامية ؟ ....
(أ) غير قابلة للذوبان في بلازما الدم
(ب) تؤثر على انقباض العضلات الملساء
(ج) يتم تصنيعها في خلايا الفص الخلفي
(د) لا تتأثر بتغيرات البيئة الداخلية للجسم

١١ إذا علمت أن تناول بعض العقاقير الطبية المسكنة للآلام كالمورفين تقلل من معدل التبول فأي الأشكال البيانية التالية تعبر عن العلاقة بين تركيز كل من المورفين وهرمون ADH ؟ ....

١٢ جميع الأعراض التالية تصـــاحب حدوث جلطة دموية في الأوعية الدموية التي تغذي الفص الأمامي للغدة النخامية ماعدا ....
(أ) الشيخوخة المبكرة
(ب) انقطاع الطمث لدى النساء
(ج) نقص أسموزية البول
(د) نقص معدل الأيض

١٣ أي الأعراض التالية تصاحب الإفراط في إفراز الفص الخلفي للغدة النخامية للهرمون القابض للأوعية الدموية ؟ ....
(أ) تورم وانتفاخ أنسجة الجسم
(ب) نقص الضغط الأسموزي للبول
(ج) نقص تركيز الصوديوم في الدم
(د) الأولى والثالثة

١٤ أي الهرمونات التالية يؤدي زيادة إفرازها إلى حدوث إجهاض في الشهر الرابع من الحمل ؟ ....
(أ) الإستروجين
(ب) البروجسترون
(ج) الأوكسيتوسين
(د) الهرمون المصفر

١٥ أي الهرمونات التالية يزداد إفرازها عند مص الرضيع لثدي الأم ؟ ....
(أ) البرولاكتين
(ب) الأوكسيتوسين
(ج) النمو
(د) الأولى والثانية



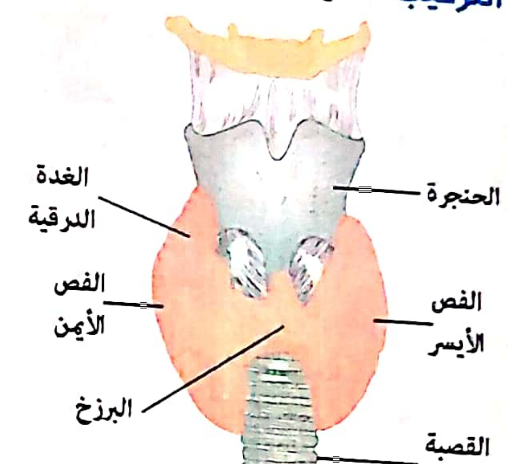
تحت المهاد
الفص الخلفي
العنق العصبية
الفص الأمامي
هرمونات الجزء العصبي
هرمونات الجزء الغدي
Oxytocin
عضلات الرحم
تنظيم تقلصات عضلات الرحم وزيادتها أثناء الولادة لسهولة إخراج الجنين.
غدد ثديية
تحفيز اندفاع الحليب من الغدد اللبنية بعد الولادة استجابة للرضاعة.
ADH
نفرونات الكلية
إعادة امتصاص الماء من نفرونات الكليتين وبالتالي تقل كمية البول ويزداد تركيزه.
الأوعية الدموية
يحفز انقباض العضلات الملساء الموجودة في جدران الأوعية الدموية فيزداد ضغط الدم
LH
الخصية
تكوين الخلايا البينية وتحفيزها لإنتاج الهرمونات الذكرية (الأندروجينات).
المبيض
تفجير حويصلة جراف وتحرر البويضة وتكوين الجسم الأصفر أثناء مرحلة التبويض.
FSH
الخصية
تكوين الأنيبيبات المنوية والحيوانات المنوية عند البلوغ.
المبيض
نمو الحويصلات في المبيض إلى حويصلة جراف في مرحلة نضج البويضة.
ACTH
تنبه
قشرة الغدة الكظرية
إفراز
الهرمونات السكرية
إفراز
الهرمونات المعدنية
إفراز
الهرمونات الجنسية
TSH
تنبه
الغدة الدرقية
إفراز
هرمون الثيروكسين
Prolactin
غدد ثديية
إفراز اللبن من الغدد الثديية.
GH
عظمة
تنظيم عمليات الأيض خاصة تصنيع البروتين وبذلك يتحكم في نمو الجسم.

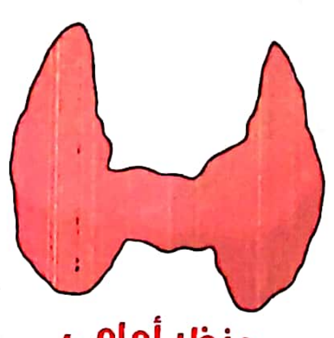
ثانيًا الغدة الدرقية (غدة النشاط) Thyroid Gland

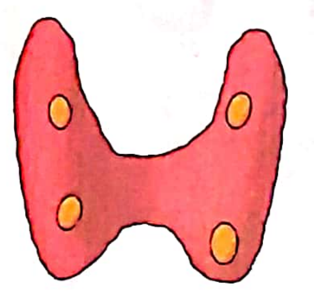
الموقع: توجد في الجزء الأمامي من الرقبة، ملاصقة للقصبة الهوائية.

الوصف: غدة حويصلية تميل إلى اللون الأحمر محاطة بغشاء من نسيج ضام.

التركيب: تتكون من فصين بينهما برزخ.




منظر أمامي للغدة الدرقية

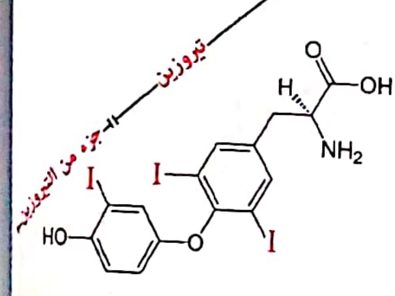

منظر خلفي للغدة الدرقية

الإفراز: تفرز هرمونين هامين بالنسبة للجسم، هما:



أ هرمون الثيروكسين Thyroxin

التركيب الكيميائي: يتكون من جزيئين من الحمض الأميني (Tyrosine) مرتبطين بعنصر اليود. (فلا بد من وجود عنصر اليـود لتكوينه)



الثيروكسين T3
(الصورة الأكثر فعالية)



الوظيفة:

1. نمو وتطور القوى العقلية والبدنية في الأطفال.
2. يؤثر على معدل الأيض الأساسي (Basal Metabolic Rate) ويتحكم فيه.
3. يحفز امتصاص السكريات الأحادية مثل الجلوكوز من القناة الهضمية.
4. يحفز أكسدة الجلوكوز داخل الخلايا ⟵ ↑استهلاك الأكسجين ⟵ ↑ATP ⟵ ↑حرارة الجسم.
5. يحافظ على سلامة الجلد والشعر.

التنبيه: تفرز الغدة النخامية هرمون TSH الذي يحفز إفرازه.

ب هرمون الكالسيتونين Calcitonin

التركيب الكيميائي: هرمون بروتيني يتكون من ارتباط عدة أحماض أمينية مع بعضها بروابط ببتيدية.

الوظيفة: يعمل على تقليل نسبة الكالسيوم في الدم ويمنع سحبه من العظام.

التنبيه: لا تتحكم الغدة النخامية في إفرازه.

أمراض الغدة الدرقية

تنشأ بعض الحالات المرضية نتيجة نقص أو زيادة إفراز الغدة الدرقية لهرمون الثيروكسين، مثل ما يسمي بـ«التضخم» وهو نوعان:

أ) **التضخم البسيط (الجويتر البسيط):** وهو التضخم الناتج عن **نقص** إفراز هرمون الثيروكسين.

ب) **التضخم الجحوظي (الجويتر الجحوظي):** وهو التضخم الناتج عن **زيادة** إفراز هرمون الثيروكسين.

أ التضخم البسيط (الجويتر البسيط Simple Goiter)

السبب: نقص إفراز هرمون الثيروكسين نتيجة نقص اليود في الغذاء والماء والهواء.

العلاج: إضافة اليود إلى الملح والأغذية المختلفة.

المضاعفات الناتجة عن النقص الحاد في إفراز هرمون الثيروكسين:



١ مرض القماءة Cretinism:

السبب: نقص حاد في إفراز هرمون الثيروكسين في الأطفال.

الأعراض:

(١) خلل في النمو فيكون الجسم قصيرًا والرقبة قصيرة والرأس كبيرًا.

(٢) تأخر في النضج الجنسي.

(٣) تخلف عقلي.



٢ مرض الميكسوديما Myxodema:

السبب: نقص حاد في إفراز هرمون الثيروكسين في البالغين.

الأعراض:

(١) هبوط مستوى التمثيل الغذائي لدرجة عدم تحمل الفرد البرودة.

(٢) زيادة في وزن الجسم لدرجة السمنة المفرطة.

(٣) قلة ضربات القلب.

(٤) الشعور السريع بالتعب.

(٥) جفاف الجلد وتساقط الشعر.

العلاج: استخدام هرمونات الغدة الدرقية أو مستخلصاتها تحت إشراف طبي متخصص.

ب التضخم الجحوظي (الجويتر الجحوظي Exophthalmic Goiter)



السبب: الإفراط في إفراز هرمون الثيروكسين.

الأعراض:

(١) زيادة في أكسدة الغذاء لدرجة عدم تحمل الفرد الحرارة.

(٢) نقص في وزن الجسم.

(٣) زيادة في ضربات القلب.

(٤) تهيج عصبي.

(٥) تضخم ملحوظ في الغدة الدرقية وانتفاخ الجزء الأمامي من الرقبة مع جحوظ العينين.

العلاج:

- استئصال الجزء المتضخم من الغدة الدرقية.
- استخدام مركبات طبية خاصة.

مقارنة بين الجويتر البسيط والجويتر الجحوظي:

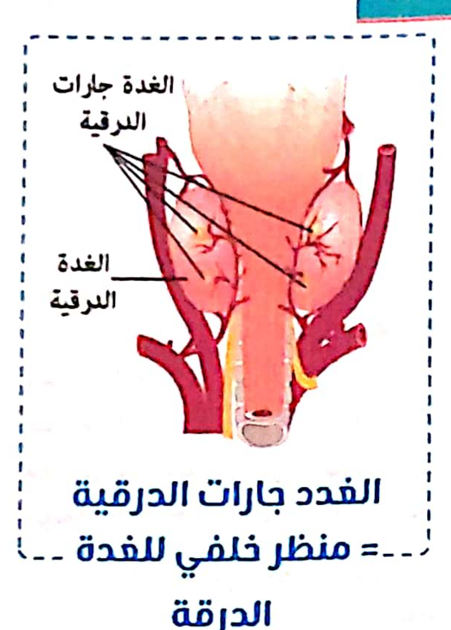
	الجويتر البسيط	الجويتر الجحوظي
السبب	نقص إفراز هرمون الثيروكسين نتيجة نقص اليود في الغذاء والماء والهواء.	الإفراط في إفراز هرمون الثيروكسين.
تركيز الثيروكسين في الدم	منخفض	مرتفع
تركيز TSH في الدم	مرتفع (غالبًا)	منخفض (غالبًا)
أهم الأعراض	هبوط مستوى التمثيل الغذائي وعدم تحمل الفرد البرودة.	▪ زيادة في أكسدة الغذاء لدرجة عدم تحمل الفرد الحرارة. ▪ نقص في وزن الجسم. ▪ زيادة في ضربات القلب. ▪ تهيج عصبي. ▪ تضخم ملحوظ في الغدة الدرقية وانتفاخ الجزء الأمامي من الرقبة مع جحوظ العينين.
العلاج	إضافة اليود إلى الملح والأغذية المختلفة.	إحدى طريقتين: • استئصال الجزء المتضخم من الغدة الدرقية. • استخدام مركبات طبية خاصة.

ثالثًا الغدد جارات الدرقية (غدد العظام) Parathyroid Gland

الموقع: اثنتان على كل جانب من الغدة الدرقية.

التركيب: تتكون من أربعة أجزاء منفصلة.

الإفراز: تفرز:



الغدد جارات الدرقية = منظر خلفي للغدة الدرقة

هرمون الباراثورمون Parathormone

التركيب الكيميائي: هرمون بروتيني يتكون من ارتباط عدة أحماض أمينية مع بعضها بروابط ببتيدية.

الوظيفة:

1. يشترك مع هرمون الكالسيتونين في الحفاظ على المعدل الطبيعي لمستوى الكالسيوم في الدم.
2. تعتمد كمية الباراثورمون المفرزة على نسبة الكالسيوم في الدم حيث يزداد إفرازه عند انخفاض نسبة الكالسيوم في الدم لكي يعمل على سحبه من العظام.

الخلل في إفراز هرمون الباراثورمون:

- **زيادة إفراز هرمون الباراثورمون تسبب:**
ارتفاع نسبة الكالسيوم في الدم نتيجة سحبه من العظام مما يؤدي إلى هشاشة العظام وتعرضها للانحناء والكسر بسهولة.
- **نقص إفراز هرمون الباراثورمون تسبب:**
  - نقص نسبة الكالسيوم في الدم.
  - سرعة الانفعال والغضب والثورة لأقل سبب.
  - تشنجات عضلية مؤلمة.

ملحوظات

- **تعاني بعض السيدات من هشاشة العظام بعد الولادة؛ بسبب زيادة إفراز هرمون الباراثورمون الذي يعمل على سحب الكالسيوم من عظام الأم إلى الدم حتى ينتقل عبر المشيمة إلى الجنين ليدخل في تكوين هيكله العظمي فتصبح عظام الأم هشة ومعرضة للانحناء والكسر بسهولة.**
- **لا تخضع جارات الدرقية لتأثير الغدة النخامية؛ لأن كمية الباراثورمون المفرزة من الغدد جارات الدرقية تعتمد على نسبة الكالسيوم في الدم فيزداد إفرازه عند انخفاض نسبة الكالسيوم في الدم لكي يعمل على سحبه من العظام حيث يشترك مع هرمون الكالسيتونين في الحفاظ على المعدل الطبيعي لمستوى الكالسيوم في الدم.**
- **سكان الشواطىء أكثر نشاطًا من سكان الصحارى؛ لتوفر أملاح اليود في الماء والغذاء والهواء والتي تدخل بشكل أساسي في تكوين هرمون الثيروكسين الذي يؤثر على معدل الأيض الأساسي ويتحكم فيه فتتوفر الطاقة اللازمة لأداء أنشطة ووظائف الجسم المختلفة.**
- **هرمون الثيروكسين له دور في الانقباض العضلي حيث يعمل على نمو وتطور القوى البدنية ومنها العضلات كما أنه يحفز امتصاص السكريات الأحادية من القناة الهضمية مثل الجلوكوز ويؤثر على معدل الأيض الأساسي ويتحكم فيه والذي تشمل عملية تحويل الجليكوجين إلى جلوكوز داخل العضلات للحصول على جزيئات ATP التي تعتبر المخزون المباشر للطاقة في العضلات مما يؤدي إلى انقباض العضلة وانبساطها بصورة طبيعية.**

Q A مسألة:

مريض يعاني من تضخم بالرقبة وجحوظ العينين والتوتر وسرعة النبض وشخص الأطباء حالته فقرروا إجراء عملية جراحية له وبعد العملية اشتكى المريض من زيادة التوتر وتشنجات عضلية مؤلمة.

(أ) ما تشخيص الأطباء لحالة المريض قبل العملية ؟ وما سبب هذا المرض ؟

(ب) ما نوع الجراحة التي أجريت له ؟ وما سبب شكوى المريض بعد هذه العملية ؟

الإجابة

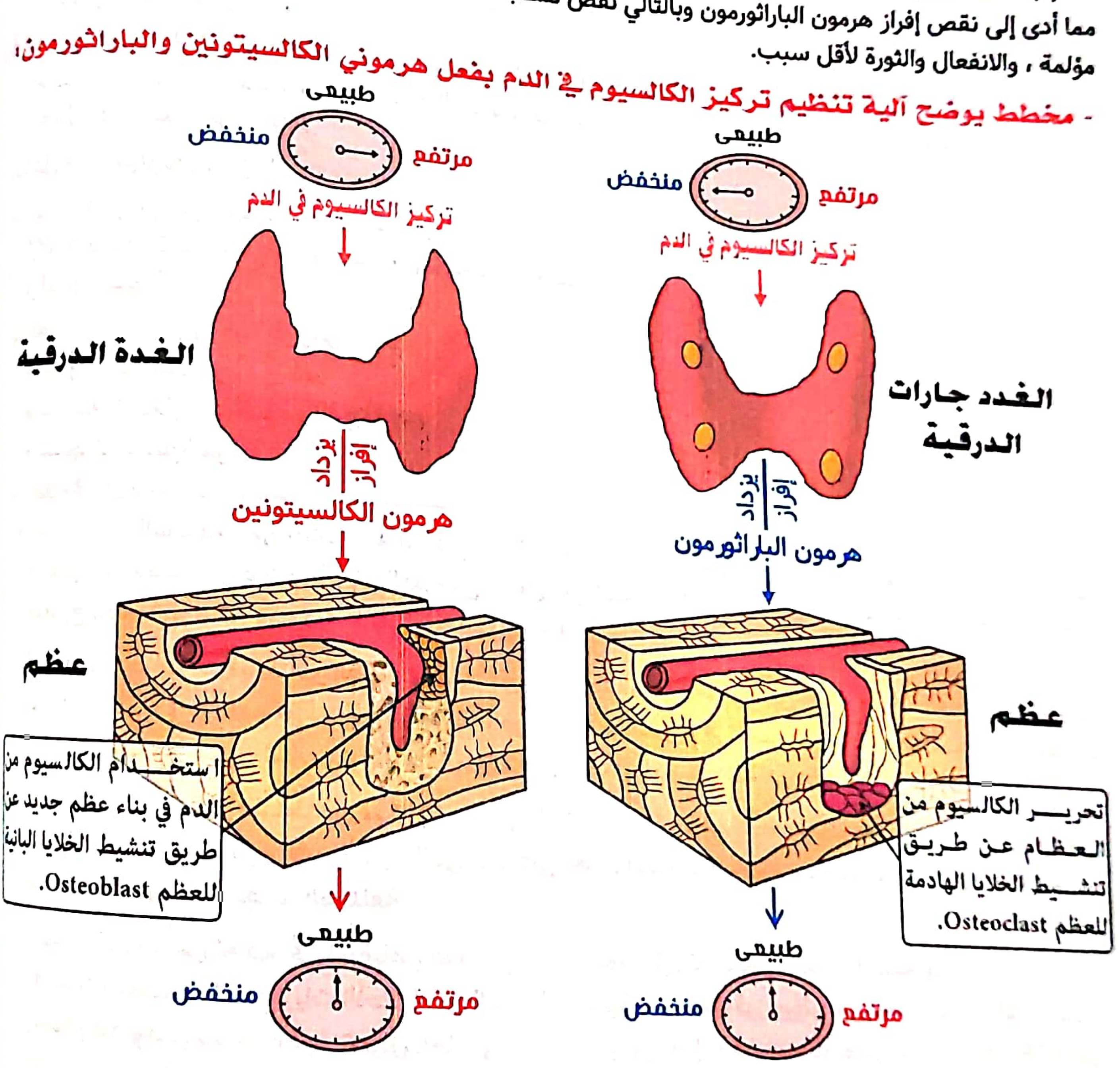
(أ) حالة جويتر (تضخم) جحوظي

سبب المرض: الإفراط في إفراز هرمون الثيروكسن من الغدة الدرقية.

(ب) استئصال الجزء المتضخم من الغدة الدرقية.

سبب الشكوى بعد العملية: تأثر بعض الغدد جارات الدرقية وإزالة أجزاء منها أثناء العملية الجراحية عن طريق الخطأ مما أدى إلى نقص إفراز هرمون الباراثورمون وبالتالي نقص نسبة الكالسيوم في الدم مما أدى إلى تشنجات عضلية مؤلمة ، والانفعال والثورة لأقل سبب.

- مخطط يوضح آلية تنظيم تركيز الكالسيوم في الدم بفعل هرموني الكالسيتونين والباراثورمون:



أداء ذاتي

1 أي العبارات التالية صحيحة عن الغدة الدرقية في الإنسان ؟ ....

(أ) تتحكم الغدة النخامية في إفراز جميع هرموناتها
(ب) محاطة بغشاء من نسيج طلائي
(ج) تتكون من حويصلات تحتوي بداخلها على هرمون الثيروكسين
(د) الأولى والثالثة

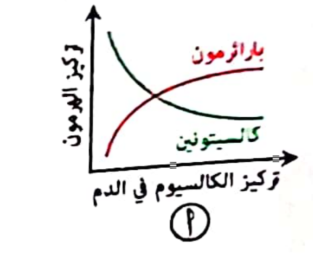
2 جميع التغيرات التالية تصاحب زيادة نشاط الغدة الدرقية ماعدا ....

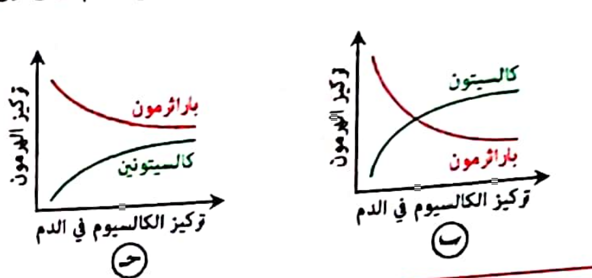
(أ) زيادة نشاط الجسم
(ب) ارتفاع درجة حرارة الجسم
(ج) زيادة معدل ترسيب الدهون في الأنسجة
(د) زيادة معدل إنتاج الأنسجة لثاني أكسيد الكربون

3 جميع البدائل التالية صحيحة عن الغدة الدرقية ماعدا ....

(أ) تخضع حويصلاتها لتنبيه الغدة النخامية
(ب) محاطة بشبكة كثيفة من الشعيرات الدموية
(ج) تقلل من صلابة العظام
(د) تتحرك لأعلى ولأسفل أثناء بلع الطعام

4 أي الأشكال البيانية التالية تعبر عن العلاقة بين تركيز الكالسيوم في الدم وتركيز كل من هرموني الكالسيتونين والباراثورمون ؟ ....





كالسيتون
باراثرمون
تركيز الهرمون
تركيز الكالسيوم في الدم
(د)

5 قام شخص بإجراء تحليل نسبة هرمون TSH في الدم وظهرت نتيجة التحليل كما هو موضح، فإذا كان هذا الشخص لا يعاني من أية مشكلة في الغدة النخامية ، فما الذي يمكن أن يعاني منه هذا الشخص ؟ ....

Result	Normal range
10.5	0.5 up to 1.5

(أ) تضخم جحوظي
(ب) زيادة عنصر اليود في الجسم
(ج) زيادة إفراز الكالسيتونين
(د) ميكسوديما

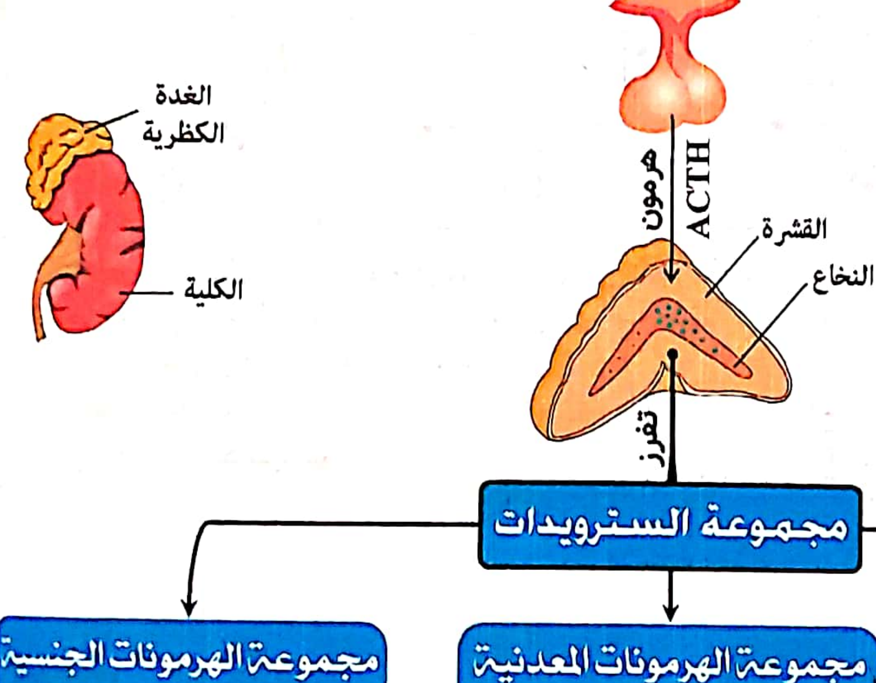
رابعًا الغدتان الكظريتان (فوق الكلوية) - غدتا الانفعال Adrenal Glands

الموقع: غدتان تقع كل منهما فوق إحدى الكليتين.

التركيب: تتركب كل منهما من منطقتين متميزتين من الناحية التشريحية والفسيولوجية وهما:

(أ) القشرة Cortex	(ب) النخاع Medulla
• تمثل الطبقات الخارجية من الغدة الكظرية.	• تمثل الطبقة الداخلية من الغدة الكظرية.
• تتحكم الغدة النخامية في إفراز هرموناتها عن طريق ACTH (تنبيه هرموني).	• يتحكم الجهاز العصبي السمبثاوي في إفراز هرموناتها عن طريق الأستيل كولين (تنبيه عصبي)
• الاستجابة الهرمونية تستغرق وقتًا أطول.	• الاستجابة الهرمونية تستغرق وقتًا أقل.
• هرموناتها تتكون من مواد دهنية (إسترويدات).	• هرموناتها تتكون من أحماض أمينية.
• ضرورية لاستمرار حياة الفرد.	• غير ضرورية لاستمرار حياة الفرد.

أ قشرة الغدة الكظرية



مجموعة الهرمونات السكرية Glucocorticoids	مجموعة الهرمونات المعدنية Mineralocorticoids	مجموعة الهرمونات الجنسية Sex Hormones
الكورتيزون - الكورتيكوستيرون	**الألدوستيرون**	
الوظيفة	**الوظيفة**	**الوظيفة**
تنظيم أيض المواد الكربوهيدراتية (السكريات والنشويات) بالجسم.	له دور هام في الحفاظ على توازن المعادن بالجسم، فمثلًا يساعد على إعادة امتصاص الأملاح مثل الصوديوم والتخلص من البوتاسيوم الزائد عن طريق الكليتين.	لها نشاط مشابه للهرمونات الذكرية (التستوستيرون) والهرمونات الأنثوية (الإستروجين والبروجسترون) التي تفرزها الغد الجنسية المختصة.

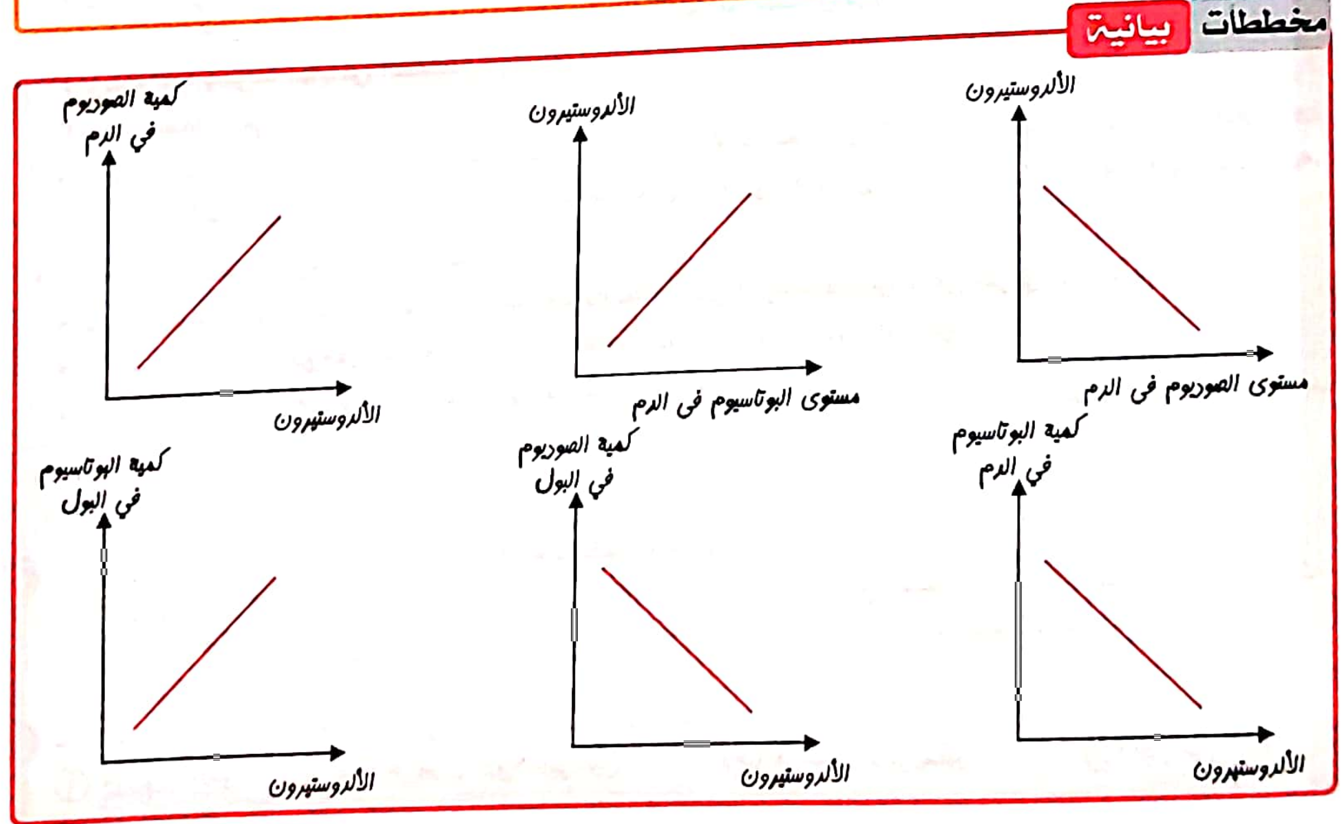
ملحوظات

- الهرمونات الجنسية التي تفرز من قشرة الغدة الكظرية تشمل الأندروجينات (هرمونات الذكورة) بشكل أساسي وكمية أقل من الإستروجينات (هرمونات الأنوثة).
- حدوث خلل بين الهرمونات الجنسية المفرزة من قشرة الغدة الكظرية والهرمونات الجنسية المفرزة من الغدد الجنسية المختصة قد يؤدي إلى:
  - ظهور عوارض وصفات الذكورة على الإناث مثل نمو الشعر على الوجه وخشونة الصوت وقوة العضلات واضطراب الدورة الشهرية.
  - ظهور عوارض وصفات الأنوثة على الذكور مثل كبر حجم الثدي وضعف القدرة الجنسية.
  - ضمور الغدد الجنسية في كلا الجنسين (في حالة حدوث تورم لقشرة الغدة الكظرية).
- من الهرمونات المسئولة عن تنظيم أسموزية الدم: ADH والألدوستيرون.
- الهرمون الذي يؤثر على نفرونات الكليتين بشكل مباشر: ADH والألدوستيرون.
- الهرمون الذي يؤثر على نفرونات الكليتين بشكل غير مباشر: ACTH.

أضف إلى معلوماتك

- هرمون الكورتيزون له أثر هدمي على كل من الكربوهيدرات والدهون والبروتينات في معظم أنسجة الجسم ماعدا الكبد (له أثر بنائي على بروتينات الكبد فقط).
- يعمل هرمون الألدوستيرون على رفع ضغط الدم؛ لأنه مسئول عن إعادة امتصاص الصوديوم من نفرونات الكليتين والذي يصاحبه إعادة امتصاص كمية كبيرة من الماء بالخاصية الأسموزية مما يؤدي إلى زيادة حجم البلازما وارتفاع ضغط الدم.
- زيادة إفراز هرمون الألدوستيرون لا تؤثر بشكل كبير على أسموزية الدم؛ لأن زيادة كمية الصوديوم المعاد امتصاصها من نفرونات الكليتين يصاحبها إعادة امتصاص كمية من الماء فلا يتغير تركيز الصوديوم بشكل ملحوظ.

مخططات بيانية



ب نخاع الغدة الكظرية

الإفراز: تفرز:

هرموني الأدرينالين Adrenaline والنورأدرينالين Noradrenaline (هرموني النجدة والطوارئ)

التركيب الكيميائي: يتكون من مشتق حمض أميني.

الوظيفة: يقوم الهرمونان بعدة وظائف حيوية في حالات الطوارئ التي يوضع فيها الجسم، (مثل: الخوف، الإثارة، القتال، الهروب)، **حيث يعملان على:**

1. زيادة نسبة الجلوكوز في الدم عن طريق تحويل الجليكوچين المخزن في الكبد إلى جلوكوز.
2. زيادة قوة وسرعة انقباض القلب.
3. رفع ضغط الدم.

، ونتيجة للتغيرات السابقة تحصل عضلات الجسم على الطاقة اللازمة للانقباض مع زيادة استهلاك الأكسجين (يظهر ذلك بوضوح أثناء تأدية التمرينات الرياضية).

علل ؟

- **ارتفاع ضغط الدم أثناء تأدية التمرينات الرياضية.**
  بسبب استمرار نخاع الغدة الكظرية في إفراز هرموني الأدرينالين والنورأدرينالين تحت تأثير التدريبات الرياضية مما يحفز انقباض العضلات اللاإرادية الملساء في جدران الأوعية الدموية وبالتالي ارتفاع ضغط الدم.
- **شحوب لون جلد الوجه عند الخوف الشديد أو أداء التمرينات الرياضية.**
  لإفراز هرموني الأدرينالين والنورأدرينالين اللذين يعملان على:
  ١- زيادة نسبة الجلوكوز في الدم عن طريق تحويل الجليكوچين المخزن في الكبد إلى جلوكوز.
  ٢- زيادة قوة وسرعة انقباض القلب.
  ٣-رفع ضغط الدم.
  ، ونتيجة للتغيرات السابقة يتوارد الدم بسرعة إلى العضلات فتحصل على الطاقة اللازمة للانقباض مع زيادة استهلاك الأكسجين، ويؤدي تورد الدم بكثرة للعضلات إلى قلة تورده لباقي الأعضاء كالجلد فيشحب لون جلد وجه.
- **يرتبط نشاط بعض الهرمونات بالعناصر والمعادن.**
  - الألدوستيرون: يعمل على امتصاص الصوديوم والتخلص من البوتاسيوم الزائد عن طريق الكليتين.
  - الكالسيتونين والباراثورمون: يعملان على الحفاظ على المعدل الطبيعي للكالسيوم.
  - الثيروكسين: يدخل في تركيبه عنصر اليود بشكل أساسي.

أداء ذاتي

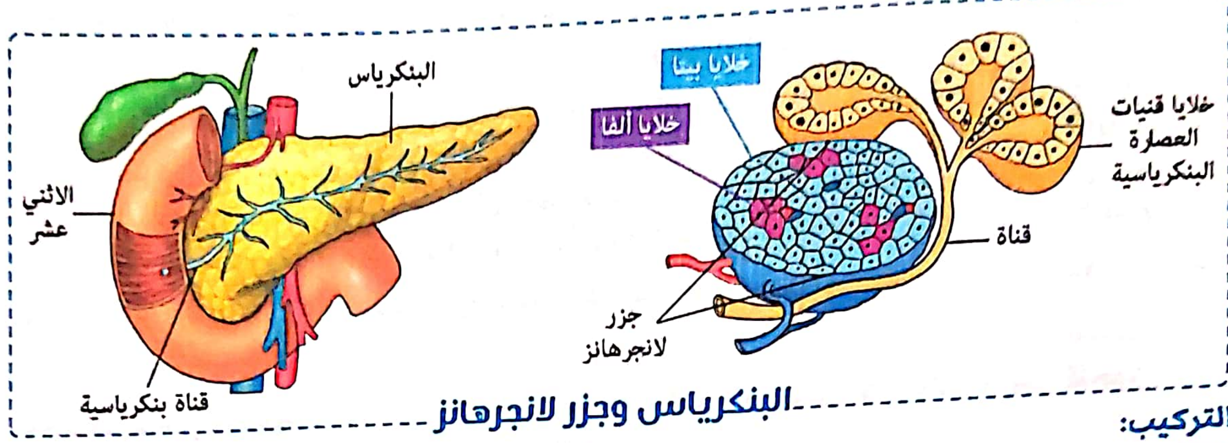
1. جميع الأعراض التالية تصاحب تورم قشرة الغدة الكظرية ماعدا ....
   (أ) ارتفاع ضغط الدم
   (ب) اضطراب الدورة الشهرية عند السيدات
   (ج) زيادة كمية البوتاسيوم في الدم
   (د) زيادة استهلاك الأنسجة للأكسجين

2. جميع الهرمونات التالية تحفز انقباض العضلات الملساء ماعدا ....
   (أ) هرمون النمو
   (ب) هرمون الأوكسيتوسين
   (ج) هرمون الأدرينالين
   (د) الهرمون ADH



خامسًا البنكرياس Pancreas

يعتبر البنكرياس من الغدد المشتركة (المختلطة) التي تجمع بين الغدد القنوية (ذات الإفراز الخارجي) والغدد اللاقنوية (الصماء).



البنكرياس وجزر لانجرهانز

التركيب:

	جزء غدي قنوي	جزء غدي لاقنوي
التركيب	يحتوي على خلايا حويصلية تفرز إنزيمات هاضمة وتصبها على الطعام في الاثني عشر عن طريق القناة البنكرياسية.	يحتوي على خلايا غدية صغيرة متخصصة تعرف بـ«جزر لانجرهانز» تفرز هرموناتها في الدم مباشرة دون المرور في قنوات خاصة بها.
الوظيفة	يعمل على هضم الطعام.	يعمل على الحفاظ على المستوى الطبيعي للسكر في الدم (٨٠-١٢٠ ملليجرام/١٠٠ سم^3 ≈ ١ جرام/ليتر).

أنواع الخلايا في جزر لانجرهانز:

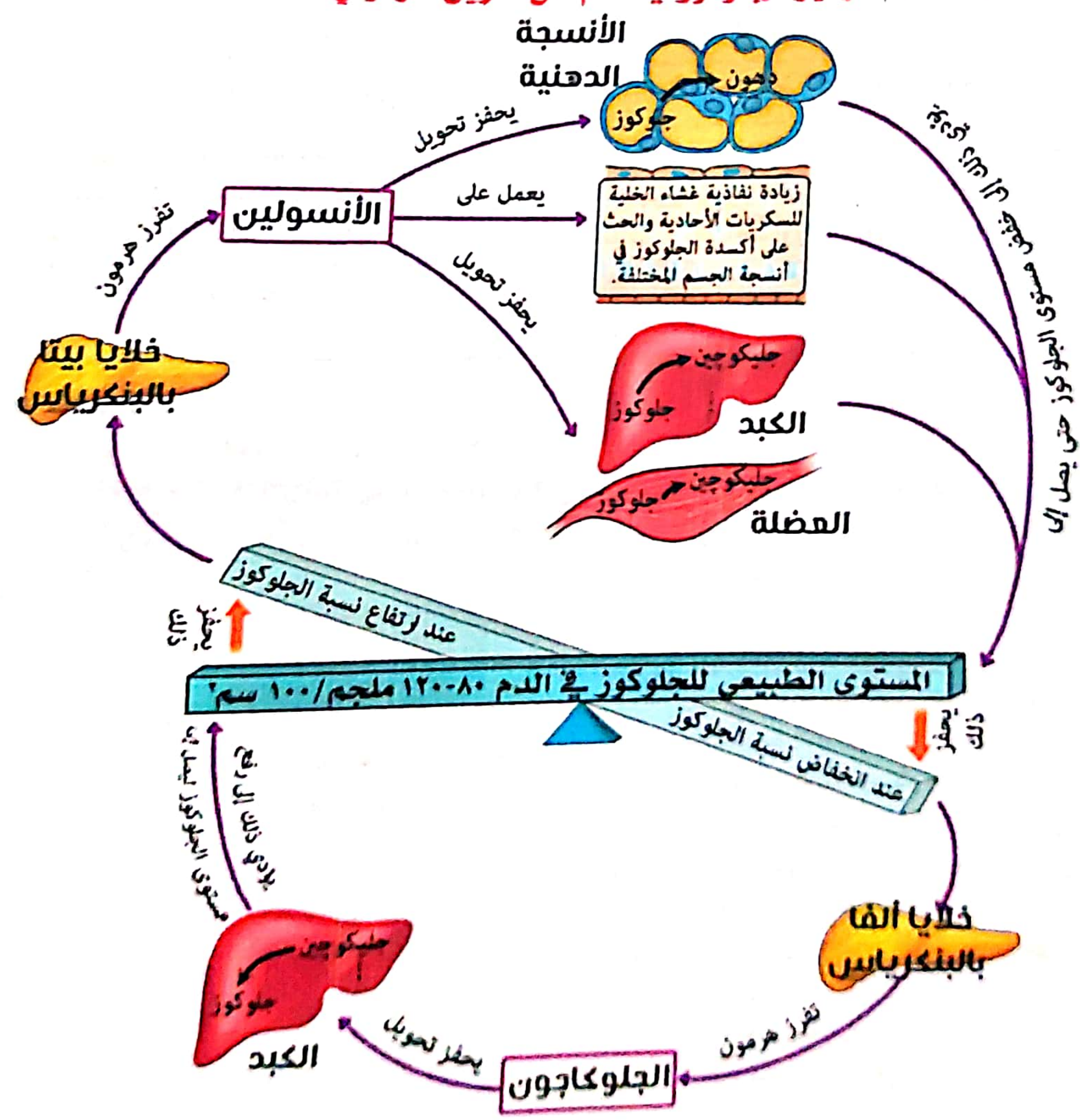
يمكن التمييز بين نوعين من الخلايا داخل جزر لانجرهانز هما:

	خلايا ألفا Alpha cells	خلايا بيتا Beta cells
العدد	قليلة العدد.	تمثل غالبية الخلايا (كثيرة العدد).
الإفراز	تفرز هرمون الجلوكاجون.	تفرز هرمون الأنسولين.
وظيفة الهرمون	يعمل على رفع تركيز سكر الجلوكوز في الدم عن طريق تحويل الجليكوجين المخزن في الكبد فقط إلى جلوكوز.	يعمل على خفض تركيز سكر الجلوكوز في الدم عن طريق: ① مرور السكريات الأحادية (ماعدا الفركتوز) من خلال غشاء الخلية إلى داخلها والحث على أكسدة الجلوكوز في خلايا وأنسجة الجسم المختلفة. ② يحفز تحويل الجلوكوز الزائد عن حاجة الجسم إلى: • جليكوجين يخزن في الكبد والعضلات. • مواد دهنية تخزن في أنسجة الجسم.

ملحوظات:

- تمر السكريات الأحادية من خلال غشاء الخلية إلى داخلها بتأثير هرمون الأنسولين.. عدا الفركتوز يمر إلى داخل الخلايا دون الحاجة لهرمون الأنسولين.
- هرمون الجلوكاجون لا يؤثر على تكسير جليكوجين العضلات الهيكلية؛ لعدم وجود مستقبلات خاصة على الساركوليما.
- البنكرياس غدة حويصلية قنوية، بينما الغدة الدرقية غدة حويصلية لا قنوية.
- قد يتسبب الإفراط في تناول المواد النشوية كالأرز إلى سمنة مفرطة؛ لأنه ينتج عن هضمها عدد كبير من جزيئات سكر الجلوكوز مما يعمل على زيادة تركيزه في الدم عن المعدل الطبيعي فيعمل هرمون الأنسولين المفرز من خلايا بيتا بجزر لانجرهانز بالبنكرياس على إدخال بعض جزيئات السكر داخل الخلايا وتحويل الباقي إلى جليكوجين يخزن في الكبد والعضلات أو مواد دهنية تخزن في أنسجة الجسم المختلفة فيؤدي ذلك لزيادة وزن الجسم.
- نقص إفراز هرمون الثيروكسين يسبب زيادة معدل ترسيب الدهون، بينما زيادة إفراز هرمون الإنسولين تسبب زيادة معدل ترسيب الدهون.

- مخطط يوضح تنظيم تركيز الجلوكوز في الدم عن طريق هرموني الأنسولين والجلوكاجون:

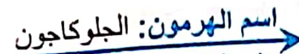






الدرس الثاني





جليكوچين

اسم الهرمون: الجلوكاجون
بشرط: انخفاض تركيز الجلوكوز في الدم عن المعدل الطبيعي

اسم الهرمون: الأدرينالين والنورأدرينالين
بشرط: تعرض الجسم لحالة من حالات الطوارئ

اسم الهرمون: الأنسولين
بشرط: زيادة تركيز الجلوكوز في الدم عن المعدل الطبيعي

أضف إلى معلوماتك

- عملية تنظيم مستوى الجلوكوز في الدم عملية معقدة يشترك فيها أكثر من هرمون؛ لأن زيادة الجلوكوز أو نقصه بمعدل كبير قد تسبب غيبوبة تؤدي إلى الوفاة، وتتم العملية على النحو التالي:

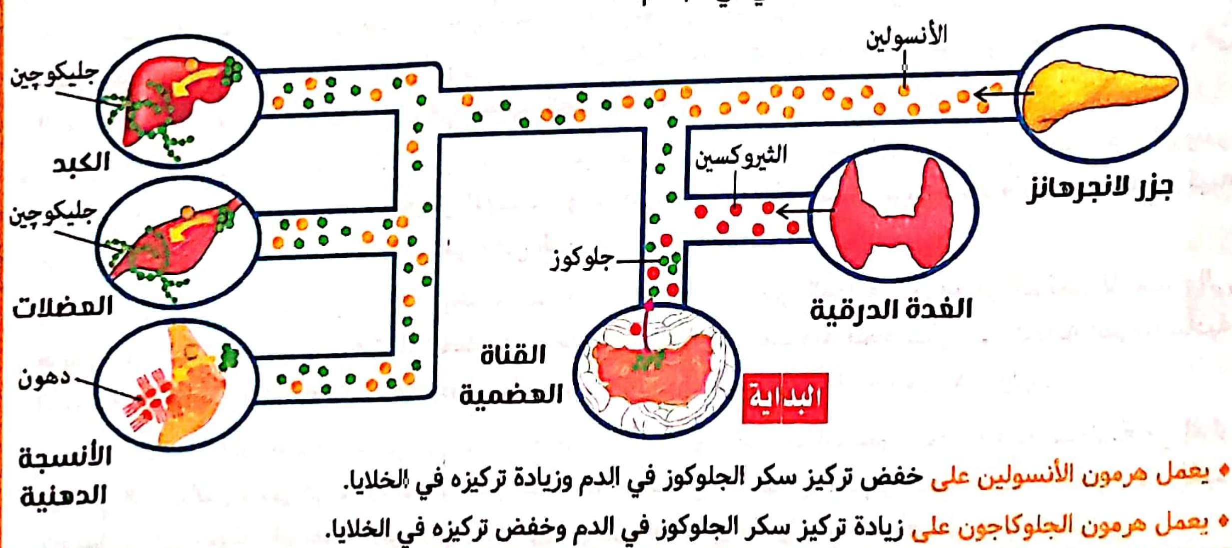


- الأنسجة التي تحتاج للأنسولين لمرور الجلوكوز عبر أغشية خلاياها هي العضلات الهيكلية والقلب والأنسجة الدهنية.
- بعد تناول وجبة غنية بالكربوهيدرات:

١- يزداد تركيز سكر الجلوكوز في الدم عن المعدل الطبيعي تحت تأثير هرمون الثيروكسين حيث يحفز امتصاص السكريات الأحادية من القناة الهضمية.

٢- يقل إفراز هرمون الجلوكاجون فيقل معدل تكسير الجليكوچين إلى جلوكوز.

٣- يزداد إفراز هرمون الإنسولين فيزداد معدل أكسدة الجلوكوز داخل العضلات الهيكلية والقلب والأنسجة الدهنية وتتحول النسبة الباقية إلى جليكوچين (يخزن في خلايا الكبد والعضلات) أو دهون (تخزن في الأنسجة الدهنية كأنسجة الثدى) مما يؤدي إلى عودة الجلوكوز إلى المعدل الطبيعي في الجسم.



- يعمل هرمون الأنسولين على خفض تركيز سكر الجلوكوز في الدم وزيادة تركيزه في الخلايا.
- يعمل هرمون الجلوكاجون على زيادة تركيز سكر الجلوكوز في الدم وخفض تركيزه في الخلايا.



مرض البول السكري Diabetes Mellitus

الأسباب:

① نقص إفراز خلايا بيتا بجزر لانجرهانز بالبنكرياس لهرمون الأنسولين مما يؤدي إلى خلل في أيض كل من الجلوكوز والدهون في الجسم.

-أو-

② عدم استجابة مستقبلات الأنسولين للأنسولين المفرز من خلايا بيتا بسبب السمنة مثلا.

الأعراض:

① ارتفاع نسبة سكر الجلوكوز في الدم عن المعدل الطبيعي (يظهر ذلك في تحاليل الدم).

② تعدد التبول والعطش؛ نتيجة وجود سكر الجلوكوز في البول (يظهر ذلك في تحليل البول) الذي يصاحبه إخراج كميات كبيرة من الماء.

③ خلل في أسموزية الدم.

④ إصابة مرضى السكر أحيانا بغيبوبة السكر.

طرق العلاج:

حقن المريض بالأنسولين البشري أو الأنسولين المستخلص من بنكرياس المواشي والخنازير.

ملحوظات

- **يعاني مريض السكر من تعدد مرات التبول والعطش؛** لنقص إفراز هرمون الأنسولين مما يؤدي إلى حدوث خلل في أيض كل من الجلوكوز والدهون بالجسم فتزيد نسبة سكر الجلوكوز في الدم وبالتالي زيادته في البول والذي يصاحبه إخراج كمية كبيرة من الماء (كوسيلة لفقده والتخلص منه) وذلك بسبب ذوبانه في الماء وزيادة أسموزيته.
- **يعاني مريض البول السكري من قلة النشاط؛** لنقص إفراز هرمون الأنسولين المسئول عن مرور السكريات الأحادية (ماعدا الفركتوز) من خلال غشاء الخلية إلى داخلها والحث على أكسدة الجلوكوز في خلايا وأنسجة الجسم المختلفة للحصول على جزيئات ATP المخزون المباشر للطاقة داخل العضلات وبالتالي قلة معدل الانقباض العضلي مما يسبب نقص الحركة وقلة النشاط.
- **قد يعاني مريض السكر من النحافة المفرطة؛** حيث أن هرمون الأنسولين يعمل على مرور السكريات الأحادية من خلال غشاء الخلية إلى داخلها والحث على أكسدة الجلوكوز في خلايا وأنسجة الجسم المختلفة ومريض السكر يعاني نقص الأنسولين فتلجأ الخلية لحرق الدهون، كما أنه لن يتم تحويل سكر الجلوكوز إلى جليكوچين يخزن في الكبد والعضلات أو مواد دهنية تخزن في أنسجة الجسم المختلفة.
- **لا يوصى بتناول مرضى السكر للأنسولين عن طريق الفم؛** لأن الأنسولين من الهرمونات التي تتكون من البروتين فإذا تم تناوله عن طريق الفم سيتعرض للهضم بواسطة العصارة الهاضمة في المعدة والأمعاء فيفقد تركيبه الأساسي وبالتالي يفقد وظيفته عند وصوله إلى الدم بعد الامتصاص.
- **يوصي الأطباء مرضى السكر بتناول الأطعمة الغنية بسكر الفركتوز مثل الفواكه؛** لأن سكر الفركتوز لا يحتاج إلى هرمون الأنسولين للمرور عبر غشاء الخلايا إلى داخلها وبالتالي يتم أكسدته للحصول على الطاقة اللازمة لتأدية الأنشطة والوظائف الحيوية المختلفة ومرضى السكر يعانون من نقص في إفراز هرمون الأنسولين.
- **قد يؤدي التعرض للضغط العصبي إلى الإصابة بالبول السكري؛** بسبب استمرار نخاع الغدة الكظرية في إفراز هرموني الأدرينالين والنورأدرينالين تحت تأثير الضغط العصبي مما يؤدي لتحويل الجليكوچين المخزن في الكبد والعضلات إلى جلوكوز فيزداد مستواه في الدم عن المعدل الطبيعي والذي يصاحبه أعراض البول السكري.

أداء ذاتي

٨ جميع العبارات التالية صحيحة عن البنكرياس ماعدا ....

(أ) يفرز إنزيماته الهاضمة تحت تأثير هرموني
(ب) يتصل بالاثني عشر عن طريق القناة البنكرياسية
(ج) يتكون معظمه من حويصلات تفرز العصارة البنكرياسية
(د) يفرز هرموناته في الدم تحت تأثير الغدة النخامية

٩ أي الأشكال البيانية التالية تعبر عن العلاقة الصحيحة بين تركيز الأنسولين ونفاذية الخلايا لكل من سكر الجلوكوز والفركتوز ؟ ....



(أ)




(ب)



(ج)



١٠ جميع العبارات التالية صحيحة عن مرض البول السكري ماعدا ....

(أ) المصدر الرئيسي للطاقة هو الدهون
(ب) يصاحبه حدوث خلل في أسموزية الدم
(ج) يصاحبه وجود كمية كبيرة من الجلوكوز في البول
(د) يتم علاجه عن طريق تناول أقراص الأنسولين بالفم

سادسًا الغدد التناسلية Sex Glands (Gonads)

الغدد التناسلية (المناسل) في الإنسان تشمل:

- الخصية في الذكر.
- المبيض في الأنثى.

الوظيفة:

(١) تكوين الجاميتات «الأمشاج» الذكرية (الحيوانات المنوية) والأنثوية (البويضات).
(٢) إفراز **الهرمونات الجنسية** المسئولة عن نمو الأعضاء التناسلية وظهور الصفات الجنسية الثانوية **وهي تتميز إلى نوعين، هما:**

أ الهرمونات الجنسية الذكرية Male sex Hormones (الأندروچينات Androgens)

تشمل:

١ **هرمون التستوستيرون Testosterone**
٢ **هرمون الأندروستيرون Androsterone**

حلقة الستيرويد
OH
H
H
H
O
التستوستيرون

التركيب الكيميائي: يتكون من مواد دهنية (إستيرويدات).

مكان الإفراز: تفرز من الخلايا البينية في الخصية.

الوظيفة:

- نمو البروستاتا والحوصلتين المنويتين.
- ظهور الصفات الجنسية الثانوية في الذكر عند البلوغ (نمو العضلات - خشونة الصوت - نمو شعر الوجه.. إلخ).



الهرمونات الجنسية الأنثوية Female sex Hormones (الإستروجينات Oestrogenes)

تشمل:

	① هرمون الإستروجين Oestrogen (الإستراديول Oestradiol)	② هرمون البروجسترون Progesterone
التركيب الكيميائى	يتكون من مواد دهنية (إستيرويدات).	
مكان الإفراز	يفرز من حويصلات جراف في المبيض.	يفرز من الجسم الأصفر في المبيض والمشيمة في الرحم.
الوظيفة	يعمل على ظهور الصفات الجنسية الثانوية في الأنثى عند البلوغ مثل (كبر الغدد الثديية - تنظيم الطمث «الدورة الشهرية» - إنماء بطانة الرحم).	يعمل على تنظيم دورة الحمل حيث: • ينظم التغيرات الدموية في الغشاء المبطن للرحم ليعده لاستقبال البويضة المخصبة وزرعها. • ينظم التغيرات التي تحدث في الغدد الثديية أثناء الحمل حيث يحفزها على النمو التدريجي.

② هرمون الريلاكسين Relaxin

مكان الإفراز: يفرز من الجسم الأصفر والمشيمة وبطانة الرحم.

التركيب الكيميائي: هرمون بروتيني يتكون من ارتباط عدة أحماض أمينية مع بعضها بروابط ببتيدية.

الوظيفة: يزيد إفرازه عند نهاية فترة الحمل فيعمل على ارتخاء الارتفاق العاني لتسهيل عملية الولادة.

ملحوظات

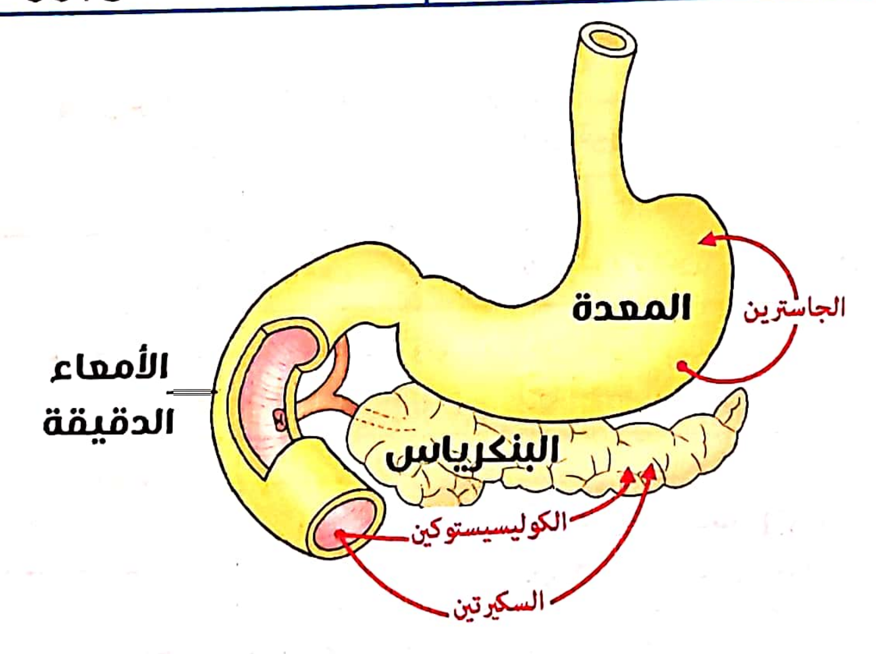
- **العلاقة بين الغدة النخامية وظهور الصفات الجنسية الثانوية عند كل من الذكر والأنثى:**
  - **أنثى: يفرز الجزء الغدي من الغدة النخامية هرمون FSH الذي يعمل على إنضاج حويصلة جراف التي تفرز أثناء نموها هرمون الأستروجين الذي يعمل على إظهار الخصائص الجنسية الثانوية للأنثى عند البلوغ.**
  - **الذكر: يفرز الجزء الغدي من الغدة النخامية هرمون LH المسئول عن نمو الخلايا البينية في الخصية وتنبيه الخلايا البينية لإفراز هرموناتها الجنسية (التستوستيرون - الأندروسيترون) المسئولة عن إظهار الصفات الجنسية الثانوية في الذكر عند البلوغ.**
- **هرمون الأنوثة ← الأستروجين ، هرمون الحمل ← البروجسترون**
  هرمون الرضاعة ← البرولاكتين والأوكسيتوسين ، هرمون الولادة ← الأوكسيتوسين والريلاكسين.
- **يمكن أن يؤثر أكثر من هرمون على نسيج واحد إذا وجدت مستقبلات لهذه الهرمونات على سطح هذا النسيج، مثل:**
  - **الكبد: يتأثر بـ الجلوكاجون والأدرينالين والنورأدرينالين.**
  - **الكلية: تتأثر بـ الألدوستيرون وADH وACTH.**
  - **الغدد اللبنية: تتأثر بـ الإستروجين والبروجسترون و البرولاكتين والأكسيتوسين.**
- **الهرمونات التي تؤثر على الحزام الحوضي لامرأة حامل: الكالسيتونين - الباراثورمون - النمو - الريلاكسين.**

سابعًا هرمونات القناة الهضمية Gastrointestinal Hormones

يعتبر الغشــاء المخاطي المبطن للقناة الهضــمية من الغدد المشــتركة (المختلطة) التي تجمع بين الغدد القنوية (ذات الإفراز الخارجي) والغدد اللاقنوية الصماء (ذات الإفراز الداخلي).

التركيب:

جزء غدي قنوي	جزء غدي لاقنوي
يحتوي على غدد تفرز العصارة الهاضمة في قنوات خاصة، **مثل:** • الغدد اللعابية تفرز اللعاب. • المعدة تفرز العصير المعدي (حمض HCl). • الأمعاء تفرز العصير المعوي.	يقوم بإفراز مجموعة من الهرمونات تعمل على تنشيط غدد القناة الهضمية لإفراز إنزيمات العصارة الهاضمة، **مثل:** ① **هرمون الجاسترين Gastrin**: يفرز من المعدة وينتقل خلال الدم إلى المعدة مرة أخري ليحثها على إفراز العصير المعدي. ② **هرمون السكيرتين Secretin وهرمون الكوليسيستوكينين Cholecystokinin**: يفرزان من الأمعاء الدقيقة وينتقلان عبر الدم إلى البنكرياس ليحثانه على إفراز العصارة البنكرياسية.



ملحوظات

- زيادة حامضية المعدة (نقص القاعدية) تقلل من إفراز هرمون الجاسترين والعكس صحيح.
- زيادة قاعدية المعدة (نقص الحامضية) تقلل من إفراز هرموني السيكرتين والكوليسيستوكينين.
- هرمون الجاسترين يؤثر في هضم البروتين فقط.
- زيادة إفراز هرمون الجاسترين قد يصيب الإنسان بقرحة المعدة.

سؤال مقالي:

تناول شخص أرزًا باللبن، في ضوء دراستك للهرمونات وضح الغدد التي تعمل على هذه الوجبة وإفراز كل غدة.

الإجابة

الغدد	الإفراز	الرسم التوضيحي
(١) الغدد اللعابية	إفراز اللعاب.	
(٢) الغشاء المخاطي المبطن للمعدة	هرمون الجاسترين.	
(٣) الغشاء المخاطي المبطن للأمعاء	هرموني السيكرتين والكوليسيستوكينين.	
(٤) البنكرياس (الجزء القنوي)	العصارة البنكرياسية مثل التربسينوچين.	
(٥) الغدة الدرقية	هرمون الثيروكسين (يحفز امتصاص السكريات الأحادية من القناة الهضمية).	
(٦) البنكرياس (الجزء اللاقنوي)	هرمون الأنسولين.	
(٧) الغدة الدرقية	هرمون الكالسيتونين.	

أداء ذاتي

١١ أي الهرمونات التالية تسهم في تركيب العضلات عند الذكر البالغ ؟ ....

(أ) التستوستيرون (ب) الأنسولين (جـ) النمو (د) جميع ما سبق

١٢ أي الهرمونات الجنسية الأنثوية يفرز من ٣ أنسجة مختلفة ؟ ....

(أ) الإستراديول (ب) الريلاكسين (جـ) البرولاكتين (د) البروجسترون

١٣ أي البدائل التالية تعبر عن غدة تفرز هرمونين أحدهما بروتيني والآخر دهني ؟ ....

(أ) البنكرياس (ب) جويصلة جراف (جـ) الجسم الاصفر (د) الغدة النخامية

١٤ جميع العبارات التالية صحيحة عن الأندروجينات ماعدا ....

(أ) تتكون من مواد دهنية (ب) تفرز تحت تأثير FSH

(جـ) تحفز نمو البروستاتا عند الذكور (د) تفرز في كل من الذكور والإناث

١٥ أي الهرمونات التالية يزيد من نشاط الخلايا الحويصلية التي تعمل كغدة قنوية ؟ ....

(أ) TSH (ب) FSH (جـ) السيكريتين (د) الجاسترين

١٦ جميع العبارات التالية صحيحة عن هرمون الجاسترين ماعدا ....

(أ) يعمل في نفس مكان إفرازه (ب) يقلل من قيمة PH للوسط

(جـ) زيادته قد تؤدي إلى الإصابة بقرحة المعدة (د) يحفز إفراز إنزيم التربسينوچين

تجميعات وملاحظات هامة

١ الهرمونات التي تؤثر على الغدد الثديية في أنثى الإنسان.

١- **هرمون الإستروجين:** مسئول عن كبر الغدد الثديية عند البلوغ.
٢- **هرمون البروجستيرون:** ينظم التغيرات التي تحدث في الغدد الثديية حيث يحفزها على النمو التدريجي.
٣- **هرمون البرولاكتين:** مسئول عن إفراز اللبن في أواخر الحمل.
٤- **هرمون الأوكسيتوسين:** له أثر مشجع في اندفاع الحليب استجابة لعملية الرضاعة.

٢ الجدول التالي يوضح الهرمونات الأساسية المسئولة عن الحركة في الإنسان.

اسم الجهاز	المواد الأساسية اللازمة للحركة	الهرمونات المطلوبة
الجهاز العضلي	- جزيئات ATP.	الثيروكسين - هرمون الأنسولين - الكورتيزون والكورتيكوستيرون - الأدرينالين - الجلوكاجون.
	- أيونات الصوديوم في الدم.	هرمون الألدوستيرون.
	- أيونات الكالسيوم في الدم.	هرمون الباراثورمون.
الجهاز العصبي	- أيونات الكالسيوم في الدم.	هرمون الباراثورمون.
الجهاز الهيكلي	- نسيج العظام.	هرمون النمو.
	- أيونات الكالسيوم في العظام.	هرمون الكالسيتونين.

٣

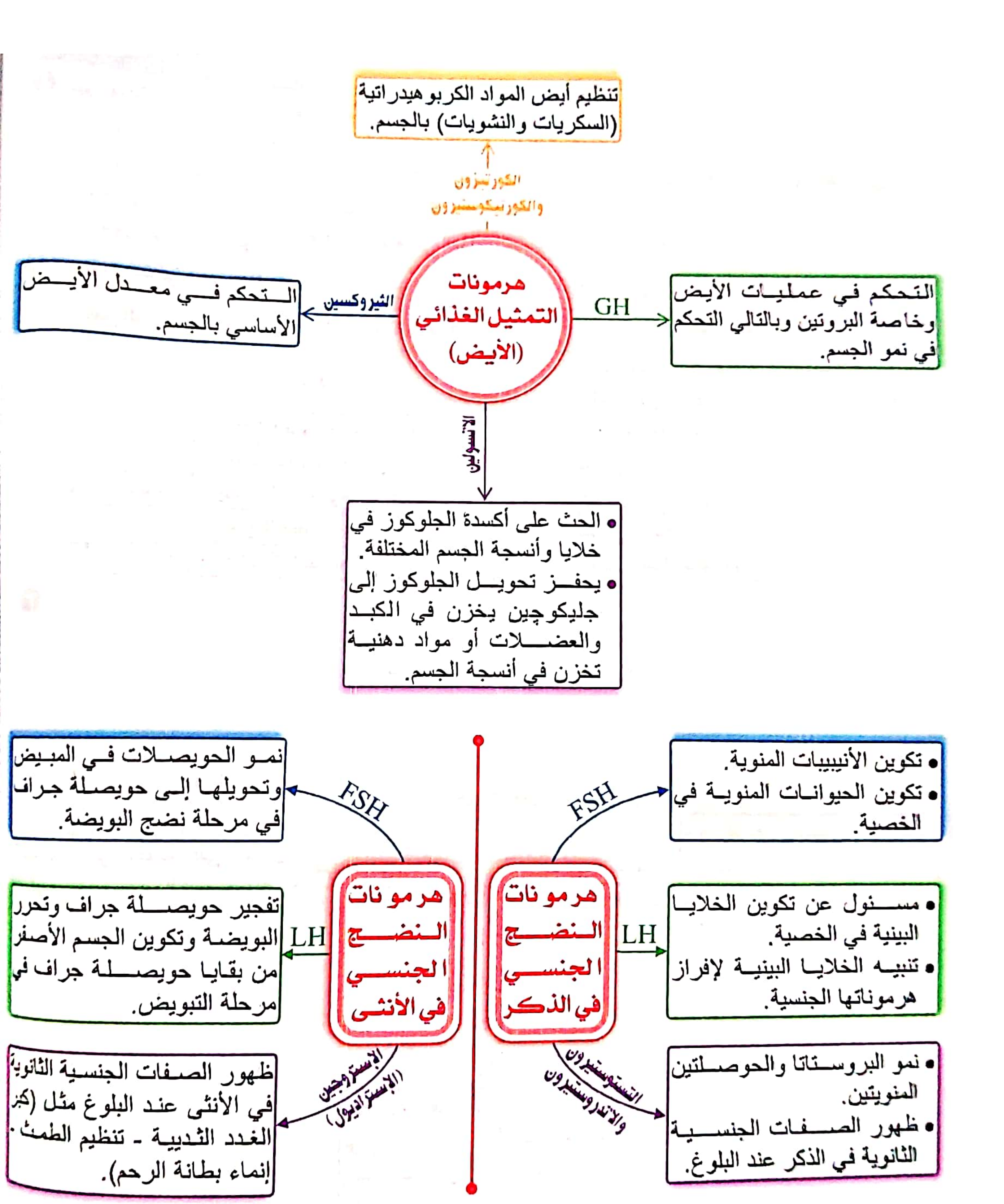
هرمونات حفظ الاتزان الداخلي للجسم

ADH ← تقليل كمية البول عن طريق إعادة امتصاص الماء في النفرون مما يحافظ على نسبة الماء بالجسم.

الكالسيتونين والباراثورمون ← لهما دور في الحفاظ على المعدل الطبيعي لمستوى الكالسيوم في الدم.

الانسولين والجلوكاجون ← الحفاظ على المستوى الثابت لسكر الجلوكوز في الدم والذي يبلغ حوالي (٨٠-١٢٠ ملليجرام/١٠٠ سم³).

الألدوستيرون ← له دور هام في الحفاظ على توازن المعادن بالجسم، فمثلا يساعد على إعادة امتصاص الأملاح كالصوديوم والتخلص من البوتاسيوم الزائد عن طريق الكليتين.



تنظيم أيض المواد الكربوهيدراتية (السكريات والنشويات) بالجسم.
الكورتيزون والكورتيكوستيرون
هرمونات التمثيل الغذائي (الأيض)
الثيروكسين
التحكم في معدل الأيض الأساسي بالجسم.
GH
التحكم في عمليات الأيض وخاصة البروتين وبالتالي التحكم في نمو الجسم.
الإنسولين
• الحث على أكسدة الجلوكوز في خلايا وأنسجة الجسم المختلفة.
• يحفز تحويل الجلوكوز إلى جليكوچين يخزن في الكبد والعضلات أو مواد دهنية تخزن في أنسجة الجسم.
هرمونات النضج الجنسي في الذكر
FSH
• تكوين الأنيبيبات المنوية.
• تكوين الحيوانات المنوية في الخصية.
LH
• مسئول عن تكوين الخلايا البينية في الخصية.
• تنبيه الخلايا البينية لإفراز هرموناتها الجنسية.
التستوستيرون والأندروستيرون
• نمو البروستاتا والحوصلتين المنويتين.
• ظهور الصفات الجنسية الثانوية في الذكر عند البلوغ.
هرمونات النضج الجنسي في الأنثى
FSH
نمو الحويصلات في المبيض وتحويلها إلى حويصلة جراف في مرحلة نضج البويضة.
LH
تفجير حويصلة جراف وتحرر البويضة وتكوين الجسم الأصفر من بقايا حويصلة جراف في مرحلة التبويض.
الإستروجين (الإستراديول)
ظهور الصفات الجنسية الثانوية في الأنثى عند البلوغ مثل (كبر الغدد الثديية - تنظيم الطمث - إنماء بطانة الرحم).

❹ محفزات الغدد الصماء.

	تحفيز هرموني Hormonal	تحفيز عصبي Neural	تحفيز خلطي Humoral
المؤثر	هرمون.	سيال عصبي.	أيونات.
مثال	يفرز الفص الأمامي للغدة النخامية هرمونات منبهة لمعظم الغدد الصماء، **مثل:** • الهرمون المنبه للغدة الدرقية TSH الذي يحفز الغدة الدرقية لإفراز هرمون الثيروكسين. • الهرمون المنبه لقشرة الغدة الكظرية ACTH الذي ينبه قشرة الغدة الكظرية لإفراز الهرمونات الإستيرويدية. • الهرمونات المنبهة للمناسل وتشمل FSH وLH اللذان ينبهان الغدد الجنسية المختصة لإفراز هرموناتها. TSH ACTH LH,HF الغدة الدرقية - قشرة الغدة الكظرية - الخصية	تنبيه العصب السمبثاوي لنخاع الغدة الكظرية لإفراز هرموني الأدرينالين والنورأدرينالين. الحبل الشوكي عصب سمبثاوي نخاع الغدة الكظرية وعاء دموي يحتوي على الأدرينالين والنورأدرينالين	انخفاض أيونات الكالسيوم في الدم يحفز إفراز هرمون الباراثورمون من الغدد جارات الدرقية. نقص الكالسيوم في الدم جارات الدرقية هرمون الباراثورمون



من بداية التنسيق الهرموني حتى نهاية الغدة النخامية — الدرس 1

(١) د	(٢) جـ	(٣) جـ	(٤) د	(٥) أ
(٦) جـ	(٧) د	(٨) جـ	(٩) ب	(١٠) ب
(١١) د	(١٢) جـ	(١٣) د	(١٤) جـ	(١٥) د

الفصل 2 — من بداية الغدة الدرقية حتى نهاية الفصل — الدرس 2

(١) جـ	(٢) جـ	(٣) جـ	(٤) أ	(٥) د
(٦) جـ	(٧) أ	(٨) د	(٩) جـ	(١٠) د
(١١) د	(١٢) ب	(١٣) جـ	(١٤) ب	(١٥) جـ
(١٦) د				

الفصل الثالث

التكاثر في الكائنات الحية



- الدرس الأول: طرق التكاثر في الكائنات الحية (١)
- الدرس الثاني: طرق التكاثر في الكائنات الحية (٢)



- الدرس الثالث: التكاثر في النباتات الزهرية



- الدرس الرابع: من بداية التكاثر في الإنسان حتى نهاية دورة الطمث
- الدرس الخامس: من بداية الإخصاب حتى نهاية الفصل

أهداف الفصل

في نهاية هذا الفصل ينبغي أن يكون الطالب قادرا على أن

- يتعرف مفهوم التكاثر وأهميته للأحياء.
- يكتشف قدرات التكاثر بين الأحياء.
- يتعرف طرق التكاثر بين الأحياء لاجنسياً وجنسياً.
- يتعرف دورة حياة البلازموديوم المسبب لمرض الملاريا.
- يقارن بين التكاثر اللاجنسي والتكاثر الجنسي.
- يتعرف كيف تتكون البذور والثمار.
- يتعرف مكونات الأجهزة التناسلية المذكرة والمؤنثة في الإنسان.
- يتعرف مراحل تكوين الحيوان المنوي والبويضة في الإنسان.
- يتعرف دورة الطمث في المرأة ودور الهرمونات في تنظيم هذه الدورة.
- يتعرف كيف يحيا الجنين داخل الرحم ومراحل تكوينه ونموه.
- يكتشف كيف تحدث ظاهرة التوائم وأنواعها.
- يتعرف وسائل منع الحمل
- يتعرف كيفية إخصاب البويضة خارج الجسم (أطفال الأنابيب)
- يقدر جهود العلماء في التقدم التكنولوجي المرتبط بعملية التكاثر.
- يقدر عظمة الخالق في توالد الأجيال لتستمر الحياة على سطح الأرض.

أهم المفاهيم

- التكاثر.
- التوالد البكري.
- زراعة الأنسجة النباتية.
- الإخصاب.
- ظاهرة تعاقب الأجيال.
- الزهرة.
- النورات.
- التلقيح.
- الإخصاب المزدوج.
- الإثمار العذري.
- دورة التزاوج.
- التوئية.
- التوأم السيامي.
- زراعة الأنوية

الفصل 3 تمهيد

- تنقسم الكائنات الحية حسب درجة رقيها إلى:

حقيقيات النواة	أوليات النواة
كائنات أكثر رقيًا تحاط مادتها الوراثية (DNA) بغشاء نووي يفصلها عن السيتوبلازم وتنتظم في صورة صبغيات وقد تكون: ♦ وحيدة الخلية مثل الأميبا. ♦ عديد الخلايا مثل النباتات والحيوانات الراقية.	كائنات أولية توجد مادتها الوراثية (DNA) في السيتوبلازم غير محاطة بغشاء نووي ولا تنتظم في صورة صبغيات مثل البكتيريا.

- تنقسم خلايا الجسم اعتمادًا على المحتوى الصبغي وطريقة الانقسام الخلوي إلى:



	خلايا جسدية	خلايا المناسل	خلايا جنسية
المحتوى الصبغي	ثنائية المجموعة الصبغية ٢ن.	ثنائية المجموعة الصبغية ٢ن.	أحادية المجموعة الصبغية ن.
الانقسام الخلوي	تنقسم ميتوزيًا.	تنقسم ميوزيا بشكل عام إلا ذكر النحل ينقسم ميتوزيًا.	تنتج من انقسام الخلايا التناسلية (٢ن) ميوزيا.
هدف الانقسام الخلوي	النمو والتئام الجروح وتعويض الأنسجة الممزقة أو المقطوعة حيث يكون عدد الصبغيات في الخلايا الجديدة مماثلا لعدد الصبغيات في الخلايا الأصلية ولا يصاحبها تغير في المحتوى الصبغي مثل خلايا الكبد والكلى والجلد و... إلخ.	تكوين الأمشاج (الخلايا الجنسية ن) حيث يتم خلالها اختزال عدد الصبغيات للنصف وعند اندماج المشيج المذكر (ن) مع المشيج المؤنث (ن) يعود العدد الأصلي للصبغيات (٢ن) في الأجيال التالية ويصاحبها تغير في المحتوى الوراثي للأبناء (الصفات الوراثية) وتشمل المناسل المذكرة (الخصية والمتك) والمناسل المؤنثة (المبيض).	تعتبر الأمشاج التي يحدث من خلالها عملية الإخصاب ليعود للفرد الأصلي نفس العدد من الصبغيات وتشمل الأمشاج المذكرة (الحيوانات المنوية وحبوب اللقاح) والأمشاج المؤنثة (البويضات).

مقارنة بين الانقسام الميتوزي والانقسام الميوزي

	الانقسام الميتوزي	الانقسام الميوزي
مكان الحدوث	الخلايا الجسدية.	الخلايا التناسلية (المناسل).
أهميته	• النمو والتئام الجروح وتعويض الأنسجة الممزقة أو المقطوعة حيث يكون عدد الصبغيات في الخلايا الجديدة مماثلاً لعدد الصبغيات في الخلايا الأصلية (٢ن). • إتمام معظم صور التكاثر اللاجنسي.	• اختزال عدد الصبغيات إلى النصف أثناء تكوين الأمشاج (ن) وعند اندماج المشيج المذكر (ن) مع المشيج المؤنث (ن) يعود العدد الأصلي للصبغيات (٢ن). • إتمام معظم صور التكاثر الجنسي.
نتائج الانقسام	خليتين بكل منهما نفس عدد الصبغيات (ن) أو (٢ن).	أربع خلايا بكل منها نصف عدد الصبغيات (ن).
التوضيح بالرسم		
نوع التكاثر	يعتمد عليه التكاثر اللاجنسي غالبًا.	يعتمد عليه التكاثر الجنسي غالبًا.
التنوع الوراثي	يحافظ على الثبات الوراثي.	يحقق التنوع الوراثي (ظاهرة العبور).
التنوع الوراثي	كمية المادة الوراثية انقسام ميتوزي الأفراد الفرد الأبوي الأبناء	كمية المادة الوراثية انقسام ميوزي الأفراد الفرد الأبوي الأبناء

- **تعتمد** جميع المخلوقات على مصادر متنوعة تمدها بالطاقة اللازمة لحياتها؛ لكي تبقى على هذه الأرض إلى أجل محدد وتنتهي حياتها بالموت الحتمي.
- **تبدأ** جميع الأحياء حياتها بالسعي المتواصل نحو تأمين بقائها كأفراد وتوفير الطاقة اللازمة لنموها حتى مرحلة معينة من خلال القيام بالوظائف الحيوية المختلفة كالتغذية والتنفس والإخراج والإحساس لكي تنجح في حياتها المحدودة على الأرض ثم تسعى لتأمين بقاء أنواعها بالتكاثر فتوجه له معظم طاقاتها وسلوكها.

التكاثر

عملية حيوية يقوم بها الكائن الحي بعد أن يصل إلى حد معين من النمو بغرض الحفاظ على النوع وحمايته من الانقراض وزيادة أعداده.

أوجه الاختلاف بين التكاثر وباقي الوظائف الحيوية:

	عملية التكاثر	باقي الوظائف الحيوية
الأهمية	تؤمن استمرار الأنواع على الأرض بعد فناء الأفراد ولو تعطلت عملية التكاثر بشكل جماعي سيؤدي ذلك إلى انقراض النوع من الوجود.	• ضرورية لاستمرار حياة الفرد. • تؤمن بقاء الأفراد.
نتيجة التوقف (بالنسبة للفرد)	لا يهلك الفرد حتى لو أزيلت أعضاء التكاثر.	يهلك الفرد بسرعة.
توقيت الإتمام	بعد الوصول إلى حد معين من النمو يوجه الفرد لها معظم طاقته وسلوكه.	منذ بدء حياة الفرد وذلك لتوفير الطاقة اللازمة لاستمرار حياته.

- **ويتضح مما سبق** وظيفة التكاثر أقل أهمية من الوظائف الحيوية الأخرى لحياة الفرد؛ **لأن:**
  - التكاثر لا يؤثر على استمرارية حياة الفرد.
  - الفرد لا يهلك حتى لو أزيلت أعضاء تكاثره حيث تعتمد عملية التكاثر على تأمين جميع الوظائف الحيوية الأخرى للكائن الحي وليس العكس.

قدرات التكاثر بين الكائنات الحية

١ طبيعة حياة الكائن الحي وحجم المخاطر التي يتعرض لها.

مثال:
الأحياء الطفيلية كالديدان تنتج نسلاً أكثر مما تنتجه الكائنات الحرة كالإنسان؛ لتعويض الفاقد منها لكثرة المخاطر التي تتعرض لها وضمان بقاء النوع.

٢ البيئة المحيطة.

مثال:
الأحيــاء المائيــة تنتــج نســلا أكثــر ممــا تنتجــه أقرانهــا على اليابســة؛ لتعويض الفاقد منها لكثرة مخاطر البيئة البحرية وضمان بقاء النوع.

٣ درجة رقي الكائن الحي.

مثال:
الأحياء البدائية تنتج نسلا أكثر مما تنتجه الأحياء المتقدمة؛ وذلك لما تلقاه الأحياء المتقدمة من رعاية وحماية من الآباء.

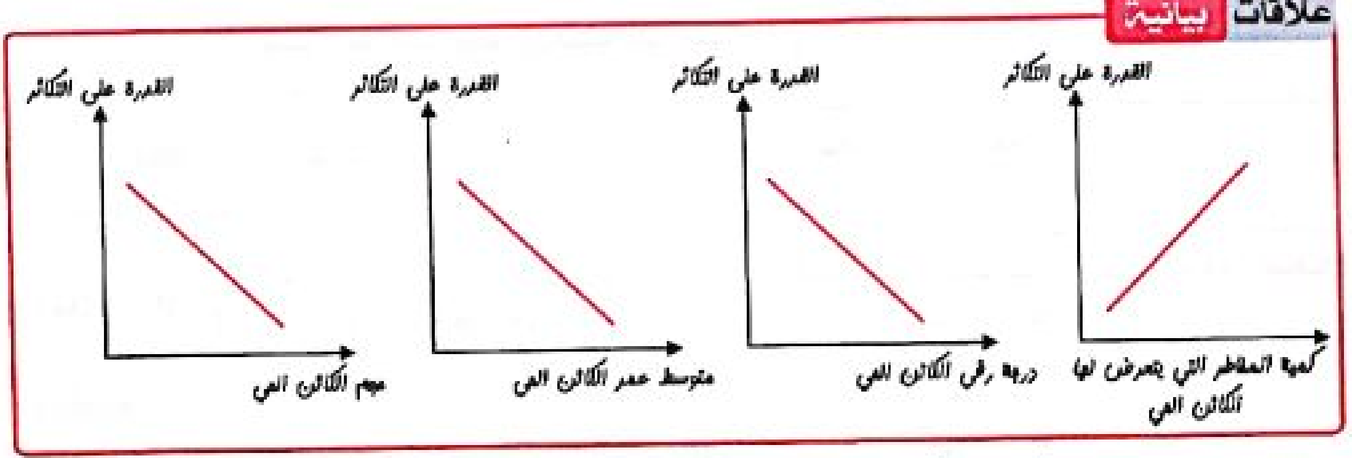
٤ طول عمر الكائن الحي.

مثال:
الأحيـاء قصيرة العمر تنتـج نسلا أكثر مما تنتجه الأحيـاء طويلة العمر؛ وذلك لما تلقاه الأحياء قصيرة العمر من رعاية وحماية من الآباء.

٥ حجم الكائن الحي.

مثال:
الكائنات صغيرة الحجم كالفأر غالبًا تنتج نسلا أكثر مما تنتجه الكائنات كبيرة الحجم كالفيل.

علاقات بيانية



- **ويتضح مما سبق** الأنواع والأفراد التي نراها حولنا في الوقت الحاضر إنما تعبر عن:
  - نجاح أسلافها في التكاثر.
  - تخطي المصاعب التي واجهتها عبر الأجيال المتلاحقة.

بعكس العديد من الكائنات المنقرضة التي لم تنجح في الاستمرار حتى الآن.

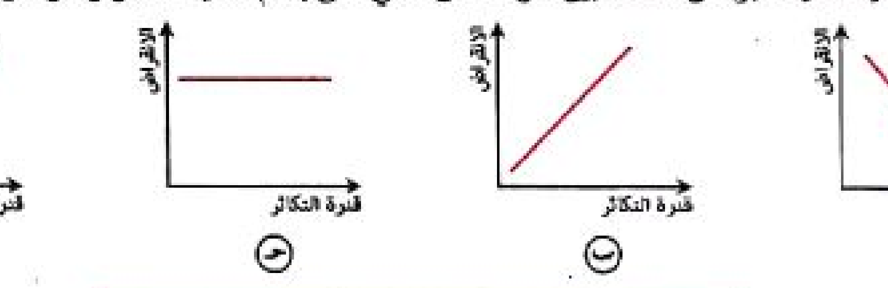
مثال:
الديناصـورات وغيرهـا مـن الزواحـف العملاقـة التـي لـم يتواصـل تكاثرهـا، وأصبحـت فـي سـجل التـاريخ الجيولوجي ومثلها الكثير في عالم الحيوان والنبات.

استنتاج

	الفأر	الأسد
طبيعة الحياة	كائن حر	
نوع البيئة المحيطة	اليابسة	
حجم المخاطر	مخاطر أكثر	مخاطر أقل
متوسط العمر	أقل عمرًا (سنتين)	أكبر عمرًا (١٢ سنة)
متوسط الحجم	أصغر حجمًا	أكبر حجمًا
القدرة على التكاثر	أكثر قدرة	أقل قدرة

أداء ذاتي

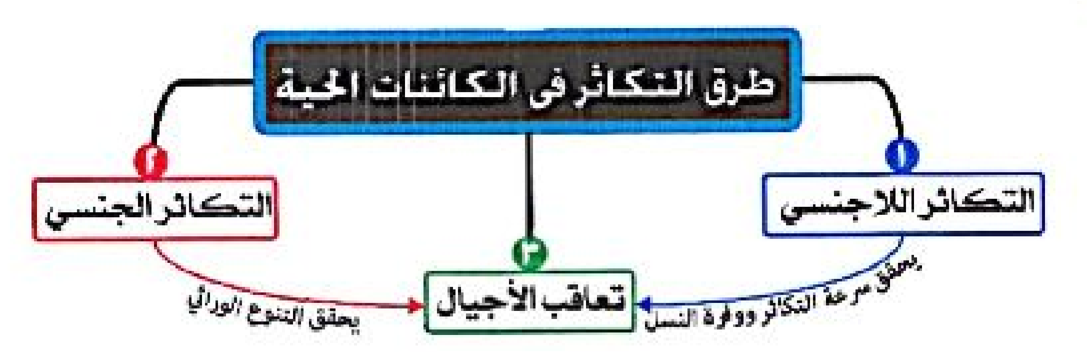
1 أي الأشكال البيانية التالية تعبر عن العلاقة بين قدرة الكائن الحي على إتمام عملية التكاثر وانقراض النوع؟ ....



2 جميع البدائل التالية تعبر عن سبب اختلاف عدد النسل الناتج من تزاوج كل من الفأر والفيل ماعدا ....
- (أ) حجم المخاطر التي يتعرض لها الكائن الحي
- (ب) عمر الكائن الحي
- (ج) طبيعة البيئة المحيطة بالكائن الحي
- (د) درجة رقي الكائن الحي تركيبيًا

3 أي البدائل التالية تعبر عن سبب اختلاف قدرات التكاثر عند كل من الفأر والأسد؟ ....
- (أ) البيئة المحيطة بالكائن الحي
- (ب) حجم المخاطر التي يتعرض لها الكائن الحي
- (ج) طبيعة حياة الكائن الحي
- (د) جميع ما سبق

4 جميع البدائل التالية صحيحة عن قدرات التكاثر في الكائنات الحية ماعدا ....
- (أ) النسل الناتج عن تكاثر الديدان أكبر من تكاثر الإنسان
- (ب) قدرات التكاثر في الكائنات البرية أقل من الكائنات البحرية
- (ج) تزداد قدرات التكاثر بزيادة عمر الكائن الحي
- (د) النسل الناتج عن تكاثر الأحياء الراقية أقل من تكاثر الأحياء البدائية



مقارنة بين التكاثر الجنسي والتكاثر اللاجنسي

	التكاثر اللاجنسي	التكاثر الجنسي
عدد الأفراد	يتم من خلال فرد واحد.	يتم من خلال فردين مختلفين في الجنس (ذكر وأنثى) أو فرد خنثى.
كيفية الحدوث	يتم بانفصال جزء من الجسم سواء خلية جرثومية أو مجموعة خلايا أو أنسجة ونموها إلى فرد كامل.	• يتم باندماج المشيج المذكر مع المشيج المؤنث المناسب لنوعه كما في الإنسان. • يتم باندماج خليتين جسديتين كما في الإسبيروجيرا.
العدد	وفرة النسل.	محدود.
نوع الانقسام	يعتمد على الانقسام الميتوزي (غالبًا).	يعتمد على الانقسام الميوزي في تكوين الأمشاج ثم الانقسام الميتوزي في النمو.
شكل الفرد	يشبه الفرد الأصلي في جميع صفاته حيث يتسلم المادة الوراثية من أب واحد.	يجمع بين صفات الأبوين حيث يتسلم المادة الوراثية من كلا الأبوين.
التباين الوراثي	يحافظ على ثبات الصفات الوراثية.	يوفر تجديدًا مستمرًا وتنوعًا في الصفات الوراثية للأجيال الناتجة.
مواجهة ظروف البيئة	الأفراد الناتجة أقل تكيفًا مع ظروف البيئة المتغيرة، فإذا حدث تغير في البيئة يتعرض معظم النسل الناتج للهلاك ما لم تكن الآباء قد تأقلمت مع ذلك التغير.	الأفراد الناتجة أكثر تكيفًا مع ظروف البيئة المتغيرة.
التكلفة	• غير مكلف في الوقت والطاقة. • غير مكلف بيولوجيًا حيث تكون جميع الأفراد قادرة على إنتاج أفراد جديدة.	• مكلف في الوقت والطاقة. • مكلف بيولوجيًا حيث يقتصر الإنجاب على نصف عدد الأفراد فقط وهو الإناث.
الصور	الانشطار الثنائي - التبرعم - التجدد - التكاثر بالجراثيم - التوالد البكري - زراعة الأنسجة.	الاقتران - التكاثر بالأمشاج الجنسية.
الشيوع	• شائع في عالم النبات. • يقتصر وجودها على بعض الأنواع البدائية في عالم الحيوان.	• شائع في معظم النباتات. • شائع في معظم الحيوانات الراقية.

ملحوظة

• علل: التكاثر الجنسي مكلف في الوقت والطاقة عن التكاثر اللاجنسي.
• لأنه يتم عادة بعد مدة معينة من عمر الكائن الحي ويتطلب أحيانًا إعدادًا خاصًا من الأبوين قبل التزاوج (منزل - عش - جحر).
• قد يتبادل الأبوان حراسة البيض ورعاية الأبناء حتى تكبر.
• بعض الأنواع تتحمل مشقة كبيرة عند الاحتفاظ بالأجنة في بطونها حتى تتكون وتولد وذلك في سبيل حماية أبنائها.
• قد تبقى الأبناء مع آبائها في حياة اجتماعية من أجل المزيد من الحماية وتعلم الكثير من السلوك.
• مكلف بيولوجيًا بسبب اقتصار الإنجاب على نصف أفراد النوع وهو الإناث.

أولاً التكاثر اللاجنسي Asexual Reproduction



أ الانشطار الثنائي Binary Fission أبسط صور التكاثر اللاجنسي

تتكاثر بواسطته:

- كثير من الأوليات الحيوانية، كالأميبا والبراميسيوم واليوجلينا والتريبانوسوما والجيارديا.
- الطحالب البسيطة.
- البكتريا.

كيفية حدوثه:

1 في الظروف المناسبة حرارة معتدلة - مياه صافية ونقية.. إلخ.

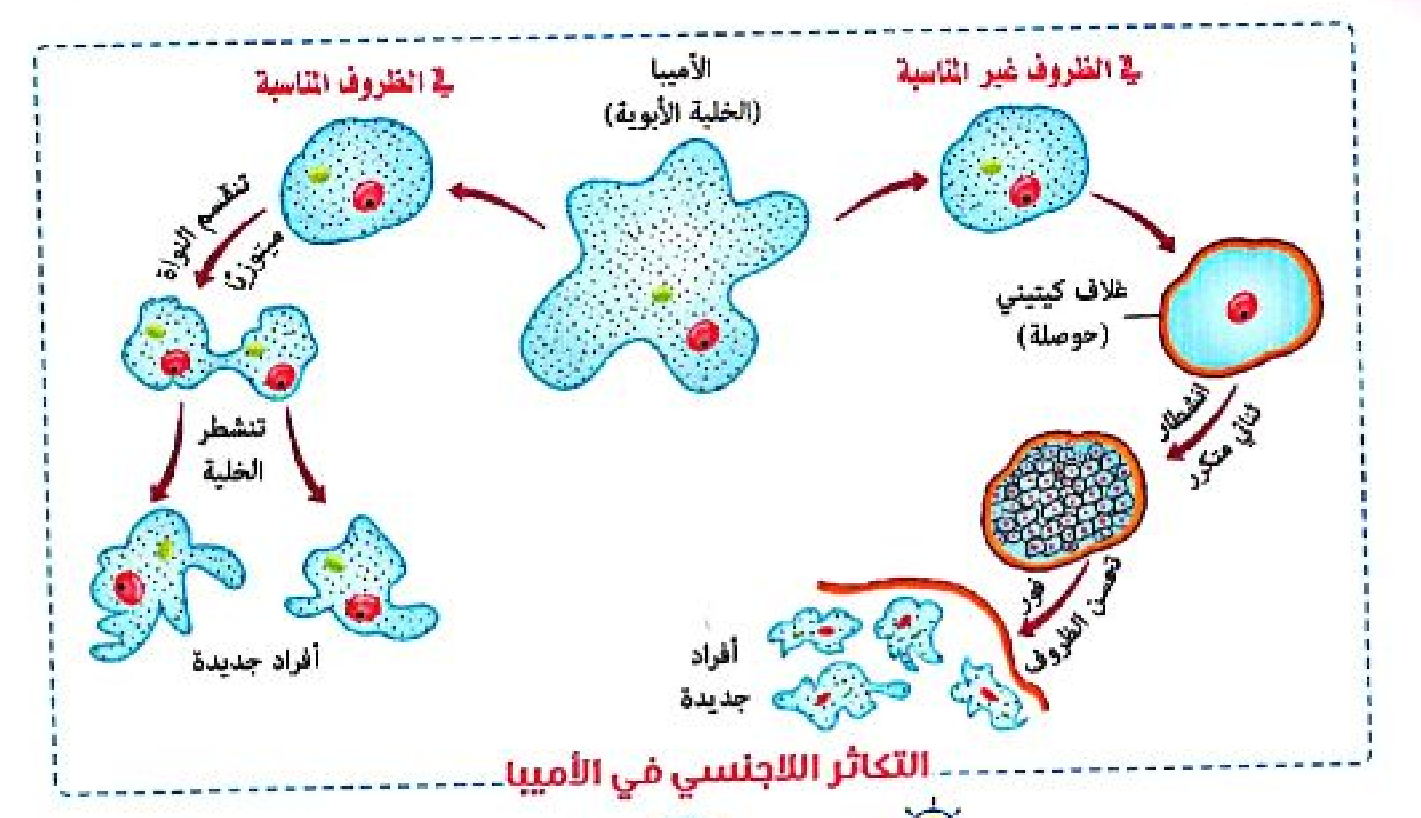
1 تنقسم النواة ميتوزيًا إلى نواتين.
2 تنشطر الخلية (التي تمثل جسم الكائن الحي) إلى خليتين متماثلتين في الحجم فيصبح كل منهما فردًا جديدًا.

2 في الظروف غير المناسبة تغير درجة الحرارة - الجفاف - تغير الملوحة - تغير نقاوة الماء - تغير الـPH إلخ.

1 تفرز الأميبا حول نفسها غلافًا كيتينيًا (حوصلة)؛ لحمايتها من الظروف غير المناسبة.
2 تنقسم الأميبا داخل الغلاف بالانشطار الثنائي المتكرر (انقسام ميتوزي)؛ لتنتج عددًا كبيرًا من الأميبات الصغيرة.
3 تتحرر الأميبات الصغيرة من الحوصلة فور تحسن الظروف المحيطة.

أضف إلى معلوماتك

• الكيتين هو بوليمر تركيبي يتركب من مونيمرات سكرية أمينية.



التكاثر اللاجنسي في الأميبا

تطبيقات

- إذا انقسمت خلية أميبا في ظروف غير مناسبة داخل الغلاف الكيتيني عدة مرات متتالية، فإن:
  - عدد الأميبات المتحررة من الحوصلة فور تحسن الظروف المحيطة = ٢^عدد الانقسامات.
  - عدد الانقسامات = $\frac{\text{الزمن الكلي للتحوصل}}{\text{زمن الانقسام الواحد}}$.

مثال:

أجريت تجربة معملية على الأميبا لدراسة قدرتها على التكيف مع ظروف البيئة تم فيها تعريض أحد أفراد الأميبا للجفاف لمدة ثلاث دقائق، فإذا علمت أن زمن الانشطار الواحد في الأميبا ٣٠ ثانية.
احسب عدد الأميبات الصغيرة المتحررة من الحوصلة فور إضافة الماء إليها.

الإجابة

عدد الانقسامات = $\frac{\text{الزمن الكلي للتحوصل}}{\text{زمن الانقسام الواحد}} = \frac{٦٠ \times ٣}{٣٠} = ٦$

عدد الأميبات المتحررة من الحوصلة = ٢^عدد الانقسامات

= $٢^{٦}$ = ٦٤ أميبا

اختبر

- لا تعاني .... من الشيخوخة ولا تظهر فيها ظاهرة الخلود. (فطر الخميرة - الهيدرا - الأميبا - البلاناريا)

الإجابة: الأميبا، لأنها تتكاثر لا جنسيًا بالانشطار الثنائي في الظروف المناسبة وغير المناسبة خلال فترة زمنية وجيزة جدًا لتنتج أفرادًا لها نفس الحجم ومتماثلة في عدد الصبغيات بينما يتلاشى الفرد الأبوي تمامًا ويختفي فلا يعاني من الشيخوخة.

أداء ذاتي

٥ جميع العبارات التالية صحيحة عن التكاثر الجنسي ماعدا ....
- (أ) قد يتم من خلال فرد واحد فقط
- (ب) يعتمد على الانقسام الميوزي فقط
- (ج) الأفراد الناتجة عنه أكثر تكيفا مع ظروف البيئة
- (د) قد تقتصر عملية الإنجاب على نصف عدد أفراد النوع

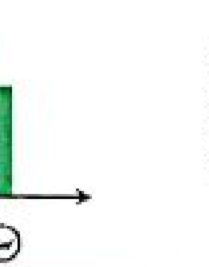
٦ أي العبارات التالية صحيحة عن الأفراد الناتجة من التكاثر اللاجنسي ؟ ....
- (أ) تتشابه مع الفرد الأبوي في جميع الصفات الوراثية
- (ب) جميعها كائنات وحيدة الخلية
- (ج) تتكيف بسهولة مع الظروف البيئية المتغيرة
- (د) الأولى والثالثة

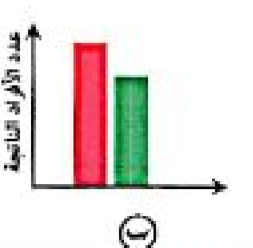
٧ أي البدائل التالية صحيحة عن الأميبا ؟ ....
- (أ) كائنات أولية النواة تتكاثر لاجنسيًا بالانشطار الثنائي
- (ب) تحيط نفسها بغلاف بروتيني عند تعرضها للجفاف
- (ج) تتكاثر عن طريق انقسام نووي يعقبه انقسام سيتوبلازمي
- (د) الثانية والثالثة

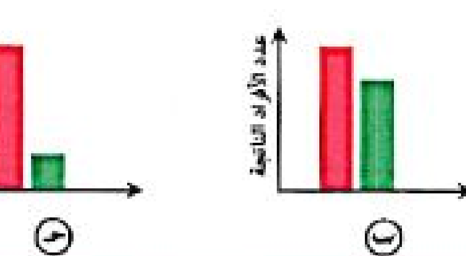
٨ جميع البدائل التالية صحيحة عن قدرات التكاثر في الكائنات الحية ماعدا ....
- (أ) النسل الناتج عن تكاثر الديدان أكبر من تكاثر الإنسان
- (ب) قدرات التكاثر في الكائنات البرية أقل من الكائنات البحرية
- (ج) تزداد قدرات التكاثر بزيادة عمر الكائن الحي
- (د) النسل الناتج عن تكاثر الأحياء الراقية أقل من تكاثر الأحياء البدائية

٩ أي الأشكال البيانية التالية تعبر عن عدد الأفراد الناتجة من تكاثر عدد متساوٍ من الأميبا عند تواجدها في بركة عذبة المياه وبركة شديدة الملوحة ؟ ....

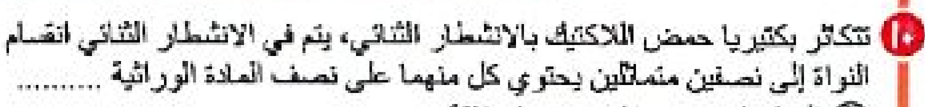








١٠ تتكاثر بكتيريا حمض اللاكتيك بالانشطار الثنائي، يتم في الانشطار الثنائي انقسام النواة إلى نصفين متماثلين يحتوي كل منهما على نصف المادة الوراثية ....



- (أ) العبارتان صحيحتان وبينهما علاقة
- (ب) العبارة الأولى صحيحة والثانية خطأ
- (ج) العبارة الأولى خطأ والثانية صحيحة
- (د) العبارتان خطأ

للمزيد من التدريبات اقتني كتاب الأسئلة بنظام OPEN BOOK

ب التبرعم Budding

تتكاثر بواسطته:

- كائنات وحيدة الخلية مثل فطر الخميرة.
- كائنات عديدة الخلايا مثل الهيدرا والإسفنج وبعض النباتات.

أضف إلى معلوماتك

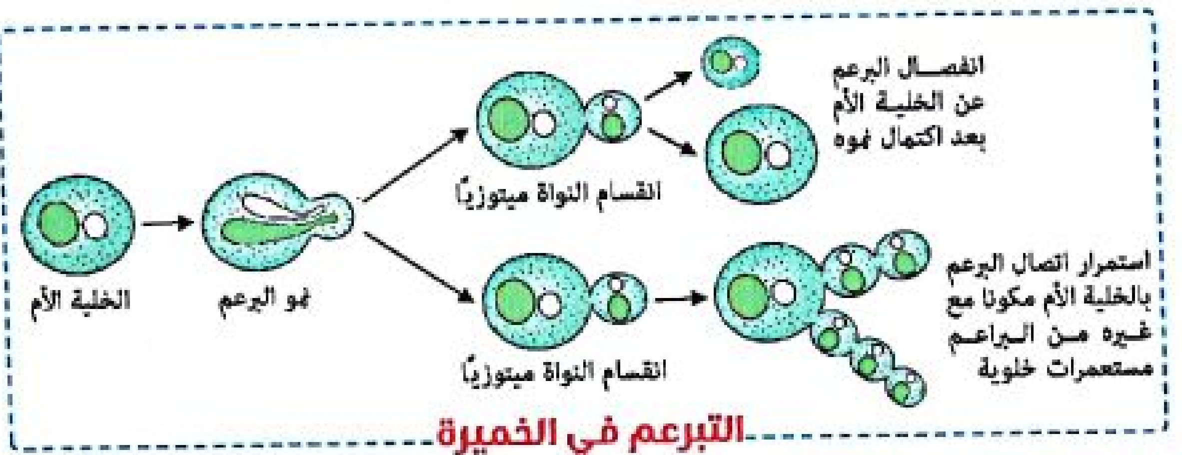
- بالإضافة إلى تكاثر البكتريا بالانشطار الثنائي قد تتكاثر بعض الأنواع بالتبرعم أو الاقتران.

كيفية حدوثه:

١ في الكائنات وحيدة الخلية

1. ينشأ البرعم كبروز جانبي على الخلية الأم.
2. تنقسم النواة ميتوزيًا إلى نواتين تبقى إحداهما في الخلية الأم وتهاجر الثانية نحو البرعم.
3. ينمو البرعم تدريجيًا ثم قد:
   - ◆ يبقى متصلاً بالخلية الأم حتى يكتمل نموه ثم ينفصل عنها.
   - ◆ يستمر في اتصاله بالخلية الأم مكونًا مع غيره من البراعم النامية مستعمرات خلوية.

مثال:
فطر الخميرة.



التبرعم في الخميرة

٢ في الكائنات متعددة الخلايا

1. ينشأ البرعم كبروز صغير من أحد جوانب الجسم.
2. تنقسم الخلايا البينية ميتوزيًا في الكائن الحي وتتمايز إلى برعم.
3. ينمو البرعم تدريجيًا ليشبه الأم تمامًا ثم ينفصل عنها ليبدأ حياته مستقلاً.

مثال:
- الهيدرا.
- الإسفنج.

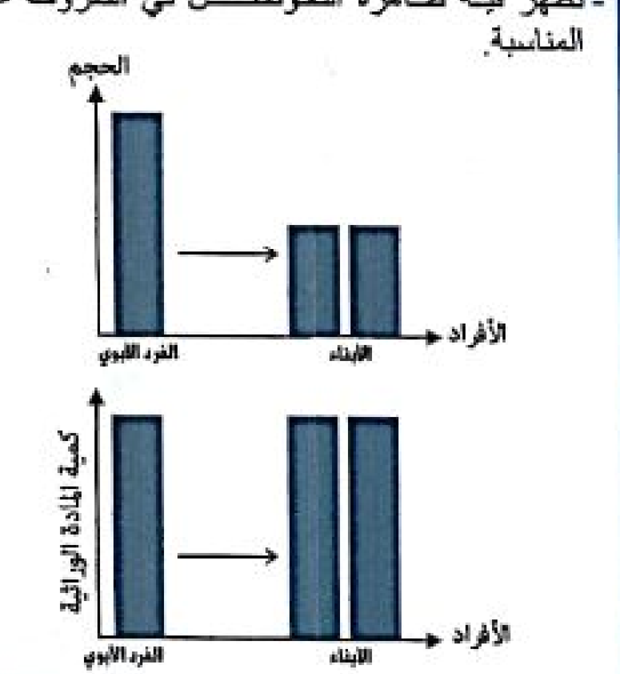
برعم
فرد جديد أصغر حجمًا
الفرد الأم

التبرعم في الهيدرا



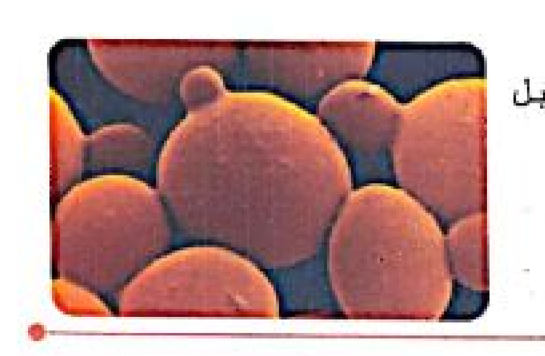
ملحوظة
الأسفنج والهيدرا يتكاثران جنسيًا إلى جانب قدرتهما على التكاثر اللاجنسي بالتبرعم والتجدد أيضًا.

- **ويتضح مما سبق** أن الانشطار الثنائي يختلف عن التبرعم **كالتالي:**

الانشطار الثنائي	التبرعم
- يحدث في الكائنات وحيدة الخلية فقط.	- يحدث في بعض الكائنات الحية وحيدة الخلية والكائنات متعددة الخلايا.
- الفرد الأبوي يتلاشى بالانشطار.	- الفرد الأبوي يظل موجودًا بعد حدوث التبرعم.
- حجم الأفراد الناتجة عنه متساو.	- حجم الأفراد الناتجة عنه غير متساو.
- يصاحبه حدوث انقسام للنواة ثم انقسام للسيتوبلازم.	- يصاحبه حدوث تمدد للسيتوبلازم ثم انقسام للنواة.
- قد يحدث في الظروف المناسبة أو غير المناسبة.	- يحدث في الظروف المناسبة فقط.
- تظهر فيه ظاهرة التحوصل في الظروف غير المناسبة.	- يظهر فيه تكوين مستعمرات خلوية في الكائنات وحيدة الخلية.
	الحجم الأفراد الفرد الأبوي الأبناء كمية المادة الوراثية

أداء ذاتي

1. جميع البدائل التالية غير صحيحة عن الكائن الموضح بالشكل المقابل ماعدا ....
   - (أ) كائن عديد الخلايا يتكاثر لاجنسيًا بالتبرعم
   - (ب) من أوليات النواة التي تكون مستعمرات خلوية
   - (ج) يتلاشى الفرد الأبوي بعد إتمام عملية التكاثر
   - (د) لا توجد إجابة صحيحة





ج التجدد Regeneration

الهدف من التجدد:

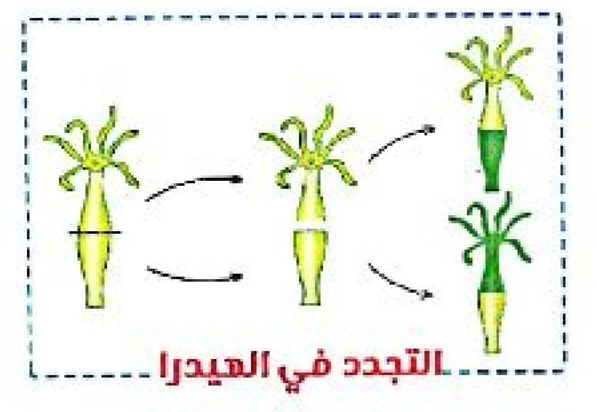
1. **التكاثر وزيادة الأعداد والحفاظ على النوع من الانقراض كما في:**
   - كثير من النباتات.
   - بعض الديدان المفلطحة التي تعيش في الماء العذب كدودة البلاناريا.
   - بعض الحيوانات كالهيدرا والإسفنج ونجم البحر.
2. **استعاضة الأجزاء المبتورة فقط** كما في: بعض القشريات (كالجمبري) والبرمائيات (كالضفدع والسلمندر).
3. **التئام الجروح فقط** كما في الفقاريات العليا وخاصة إذا كانت محدودة في الجلد والأوعية الدموية والعضلات.

⊙ تقل القدرة على التجدد برقي الكائن الحي حيث إنه في:
- **بعض القشريات (كالجمبري) والبرمائيات (كالضفدع والسلمندر):** يقتصر التجدد على استعاضة الأجزاء المبتورة فقط.
- **الفقاريات العليا:** يقتصر التجدد على التئام الجروح وخاصة إذا كانت محدودة في الجلد والأوعية الدموية والعضلات.

يتكاثر بالتجدد بعض الحيوانات، مثل:

الهيدرا

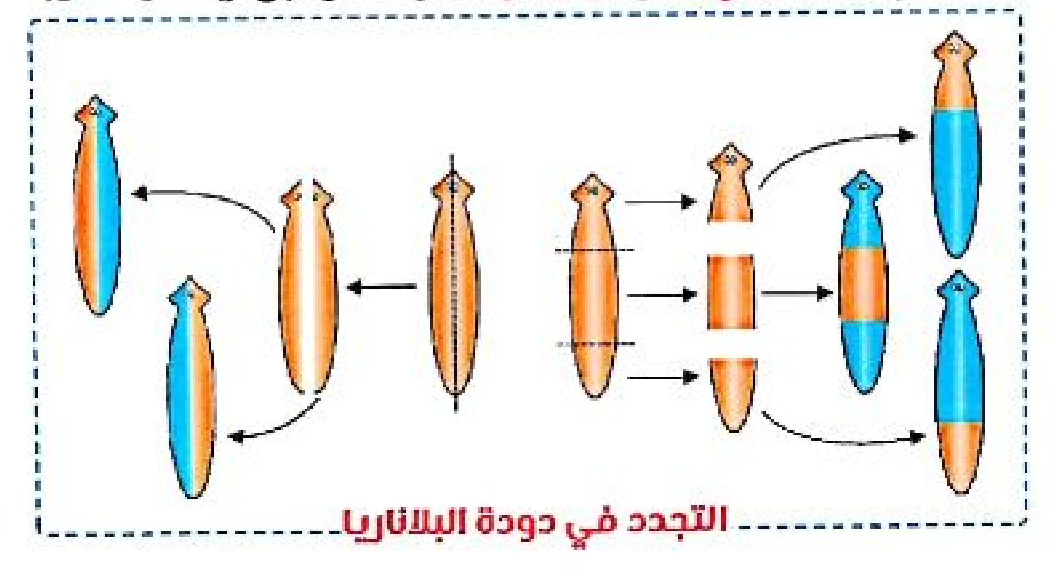
إذا قطعت لعدة أجزاء في مستو عرضي ينمو كل جزء إلى فرد كامل مستقل.



التجدد في الهيدرا

دودة البلاناريا

إذا قطعت لعدة أجزاء في مستو عرضي أو إلى جزئين طوليًا ينمو كل جزء إلى فرد كامل مستقل.



التجدد في دودة البلاناريا



نجم البحر

إذا قطع أحد أذرع نجم البحر الخمسة مع قطعة من قرصه الوسطي ينمو إلى فرد كامل مستقل في فترة وجيزة.



التجدد في نجم البحر

فسر ؟

- **قد يتم قطع أحد أذرع نجم البحر ومع ذلك لا يتكون فرد جديد.**

لعدم احتواء الجزء المقطوع لنجم البحر على قطعة من القرص الوسطي حيث يشترط لتكاثر نجم البحر لاجنسيًا بالتجدد أن يحتوي الذراع المقطوع على جزء من القرص الوسطي حتى ينمو إلى فرد كامل مستقل.

- **يحرص مربو محار اللؤلؤ على حرق نجوم البحر التي يجدونها على الشاطئ.**

لأن هذا النوع من نجوم البحر يشكل خطرًا على محار اللؤلؤ إذ يستطيع النجم الواحد أن يفترس حوالي عشر محارات يوميًا بما تحمله من لؤلؤ بين ثناياها، لذا لجأ مربو المحار إلى حرق نجوم البحر بعد معرفتهم أن تمزيقها يعمل على تكاثرها حيث إن أحد أذرع نجم البحر إذا قطع مع قطعة من قرصه الوسطي يمكن أن يتجدد إلى نجم بحر كامل في فترة زمنية وجيزة.

QA سؤال:

أجريت تجربة على أحد نجوم البحر لدراسة قدرته على التجدد تم فيها قطع نجم البحر كما هو موضح بالشكل ثم وضعه في حوض به كمية من مياه البحر الأحمر وبعض الغذاء لفترة زمنية، فكم يكون عدد الأفراد الناتجة من هذه التجربة ؟

أ) ٣
ب) ٤
ج) ٥
د) ٦

الإجابة

ب) ٤

بسبب احتواء ثلاثة أذرع فقط على قطعة من القرص الوسطي تمكنها من التجدد واستعادة باقي الجسم بالإضافة إلى نمو القرص الوسطي نفسه إلى فرد جديد بينما باقي الأذرع لا تحتوي على قطعة من القرص الوسطي فتفقد قدرتها على التجدد.

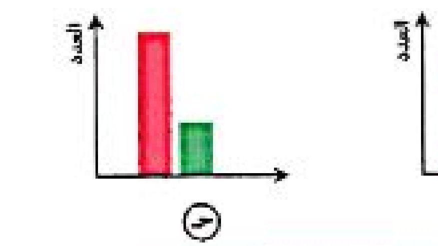
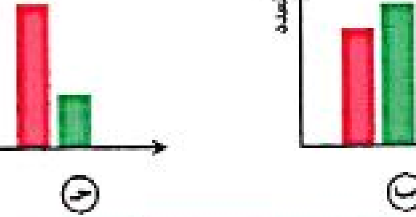
أداء ذاتي

١٢ جميع الكائنات الحية التالية يمكنها استعاضة الأجزاء المبتورة نتيجة التمزق ماعدا ....
(أ) الجمبري (ب) السلمندر (ج) سمكة البلطي (د) الضفدع

١٣ الرسم المقابل يوضح دودة البلاناريا وقد تم تقطيعها إلى ٨ قطع كما بالشكل المقابل ثم تم وضعها في ماء مالح.
كم عدد البلاناريا المتوقع إنتاجها بالتجدد ؟ ....
(أ) صفر (ب) ٢ (ج) ٤ (د) ٨

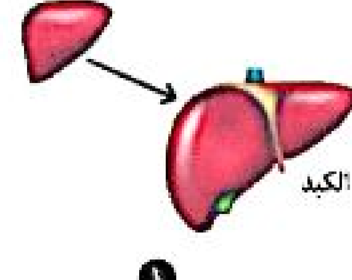
١٤ مزرعة محار لؤلؤ بها ٥٠٠ محار تسرب إليها ٤ نجوم بحر مع احد التيارات المائية فكم يكون متوسط عدد محارات اللؤلؤ المتبقية في المزرعة بعد ١٠ أيام بفرض عدم تكاثر أي منها ؟ ....
(أ) ١٠٠ (ب) ٢٠٠ (ج) ٣٠٠ (د) ٤٠٠

١٥ أي الأشكال البيانية التالية تعبر عن العلاقة بين عدد الأميبات الصغيرة المتحررة من تحوصل الأميبا بعد انقسامها ٣ مرات متتالية وعدد ديدان البلاناريا الناتجة بعد تقطيعها إلى ٨ أجزاء عرضيا ؟ ....

١٦ أي العبارات التالية تمثل وجه الشبه بين تبرعم كل من فطر الخميرة والإسفنج ؟ ....
(أ) تكوين المستعمرات الخلوية
(ب) الاعتماد على الانقسام الاختزالي
(ج) الانقسام المتساوي للسيتوبلازم والمتساوي للمادة الوراثية
(د) الانقسام غير المتساوي للسيتوبلازم والمتساوي للمادة الوراثية

١٧ بعد دراسة الشكلين التاليين أجب:



ما الاختلاف في الانقسام بين الشكلين (١)، (٢) ؟ ....
(أ) الغرض من الانقسام (ب) عدد الخلايا الناتجة
(ج) نوع الانقسام (د) عدد المجموعات الصبغية في الخلايا الناتجة

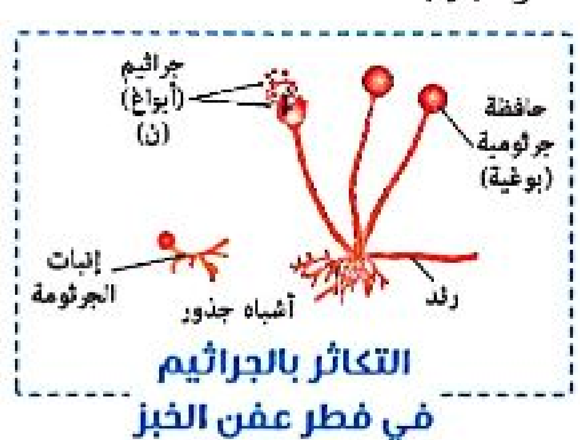
د التكاثر بالجراثيم Sporogony

كائنات تتكاثر بالجراثيم
١ بعض النباتات البدائية.
٢ كثير من الفطريات (عفن الخبز وعيش الغراب).
٣ بعض الطحالب والسراخس.

كيفية حدوث التكاثر بالجراثيم
يتم من خلال خلية وحيدة (تسمى الجرثومة) متحورة للنمو مباشرة إلى فرد كامل عندما تتواجد في وسط غذائي مناسب للنمو (رطب ودرجة حرارة مناسبة) وتتركب الجرثومة من سيتوبلازم به كمية ضئيلة من الماء ونواة تحاط بجدار سميك.

مراحل التكاثر بالجراثيم
١ تتحرر الجرثومة من الحوافظ الجرثومية بعد نضجها وتنتشر في الهواء.
٢ تمتص الجرثومة الماء ويتشقق جدارها عند وصولها لوسط ملائم للنمو.
٣ تنقسم الجرثومة عدة مرات ميتوزيًا حتى تنمو إلى فرد جديد.

مميزات التكاثر بالجراثيم
١ سرعة الإنتاج فينتج فطر واحد من عيش الغراب حوالي ثلاثة مليار جرثومة في دورة حياته.
٢ تحمل الظروف القاسية؛ بسبب وجود جدار سميك للجرثومة.
٣ الانتشار إلى مسافات بعيدة بسبب خفة وزنها.



التكاثر بالجراثيم في فطر عفن الخبز


التكاثر بالجراثيم في عيش الغراب

ملحوظات
- تنتج جراثيم فطر عفن الخبز وعيش الغراب بـ الانقسام الميتوزي.
- يتواجد فطر عفن الخبز في مختلف البيئات؛ لأنه من الكائنات التي تتكاثر لاجنسيًا بالجراثيم التي تتميز بسرعة التكاثر والانتشار لمسافات بعيدة ويتحمل الظروف القاسية بفضل الجدار السميك المحيط بالجراثيم.
- يمكن حفظ الخبز من العفن بوضعه في مكان جاف أو بارد؛ لأنه يلزم لإنبات جراثيم عفن الخبز أن تسقط على تربة رطبة حتى تمتص الماء ويتشقق جدارها ثم تنقسم ميتوزيًا عدة مرات لإنتاج أفراد جديدة ولا يمكن أن تتم عملية الإنبات في وسط جاف لا يحتوي على الماء وبذلك يتم الحفاظ على الخبز من العفن.

أضف إلى معلوماتك
- عفن الخبز يمكن أن يتكاثر أيضًا جنسيًا أيضًا بطريقة تشبه الاقتران السلمي.

هـ التوالد البكري (العذري) Parthenogenesis

قدرة البويضة على النمو لتكوين فرد جديد بدون إخصاب من المشيج الذكري.

تتكاثر بواسطته: العديد من:
- الديدان.
- القشريات.
- الحشرات وأشهرها نحل العسل وحشرة المن.

وكذلك بعض الأسماك والزواحف والبرمائيات.

خصائصه:
1. نوع خاص من التكاثر اللاجنسي حيث يتم إنتاج الأبناء فيه من فرد أبوي واحد فقط ينتج عن المشيج المؤنث.
2. مكلف بيولوجيًا حيث تقتصر عملية الإنجاب على نصف عدد أفراد النوع فقط وهي الإناث.
3. يحدث في المشيج المؤنث دون المشيج المذكر؛ لأن المشيج المؤنث يختزن الغذاء اللازم لحدوث الانقسامات المتتالية اللازمة لتكوين فرد جديد بينما المشيج المذكر لا يختزن الغذاء لأن السيتوبلازم به قليل حيث يفقد معظمه أثناء تكوينه وبالتالي لا يكون صالحًا للانقسامات اللازمة للنمو.

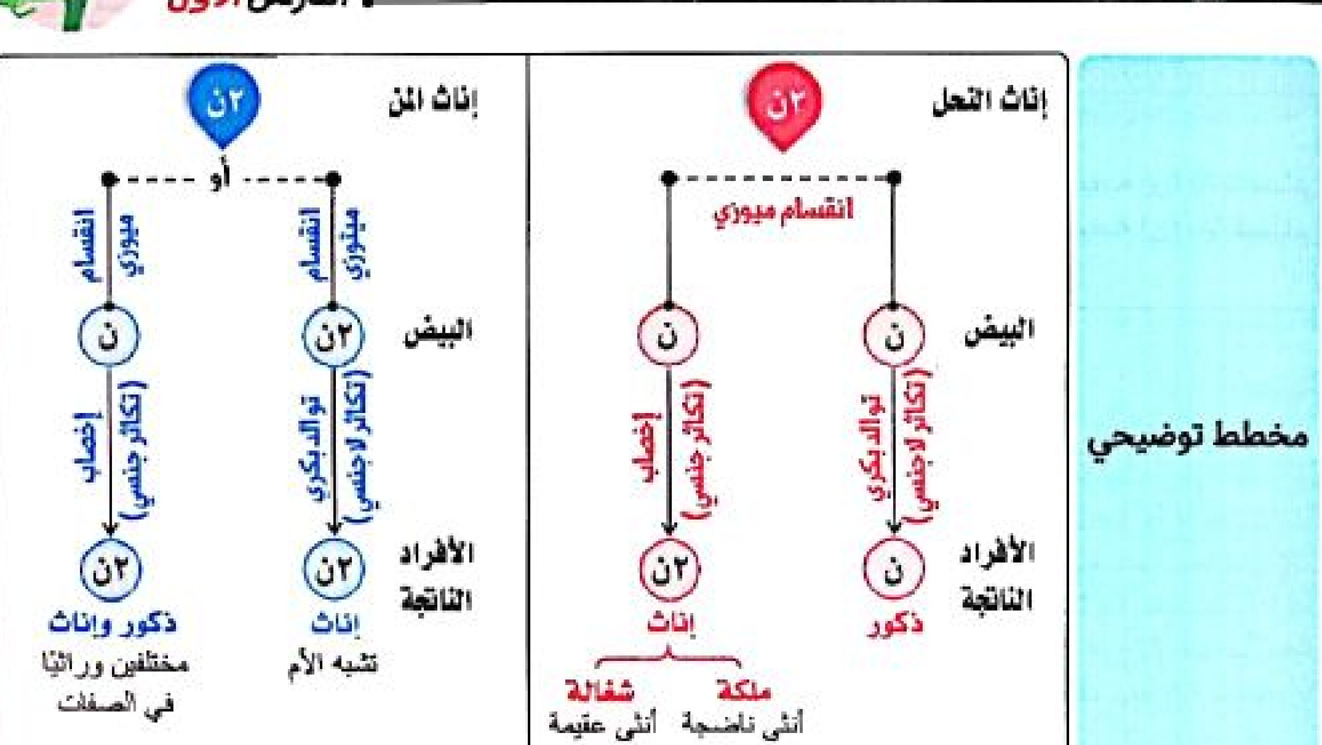
كيفية حدوثه: يمكن أن يحدث طبيعيًا أو صناعيًا.

1 التوالد البكري الطبيعي

نمو البويضات طبيعيًا بدون إخصاب من المشيج الذكري لتكوين أفراد جديدة قد تكون أحادية المجموعة (ن) الصبغية أو ثنائية المجموعة الصبغية (٢ن).

من أمثلة الحشرات التي تتكاثر بالتوالد البكري الطبيعي:

	التكاثر في نحل العسل	التكاثر في حشرة المن
التكاثر اللاجنسي	يتكاثر لاجنسيًا بالتوالد البكري الطبيعي حيث تنتج الملكة بيضًا بالانقسام الميوزي (ن) وينمو بدون إخصاب من المشيج الذكري لتكوين ذكور أحادية المجموعة الصبغية (ن) فقط.	تتكاثر لاجنسيًا بالتوالد البكري الطبيعي حيث تنتج الإناث البويضات (٢ن) بالانقسام الميتوزي ينمو بدون إخصاب من المشيج الذكري لتكوين إناث ثنائية المجموعة الصبغية (٢ن) فقط.
التكاثر الجنسي	يتكاثر جنسيًا بالأمشاج حيث تنتج الملكة بيضًا بالانقسام الميوزي (ن) ينمو بعد الإخصاب لتكوين إناث فقط ملكة أو شغالات (وذلك حسب نوع الغذاء) ثنائية المجموعة الصبغية (٢ن).	يتكاثر جنسيًا بالأمشاج حيث تنتج الإناث البويضات (ن) بالانقسام الميوزي تنمو بعد الإخصاب من المشيج الذكري (ن) لتكوين ذكور وإناث ثنائية المجموعة الصبغية (٢ن).



- **ويتضح مما سبق** أن الفرق بين ملكة نحل العسل وشغالة نحل العسل، **كالتالي:**

ملكة نحل العسل	شغالة نحل العسل
كلاهما إناث ثنائية المجموعة الصبغية (٢ن) تنتج من تكاثر جنسي بالأمشاج.	
أكبر حجما وأقل عددًا.	أصغر حجما وأكثر عددًا.
تنتج أمشاجها (ن) بالانقسام الميوزي للمناسل.	لا تنتج أمشاجًا.
♦ تتكاثر لا جنسيا بالتوالد البكري الطبيعي مكونة ذكور (ن) فقط. ♦ تتكاثر جنسيا بالأمشاج مكونة إناث (٢ن) فقط.	أنثى عقيمة غير ناضجة جنسيًا.
تعتمد في تغذيتها على غذاء الملكات الذي تفرزه الشغالات.	تعتمد في تغذيتها على رحيق الأزهار.

فسر ؟



- يختلف إنتاج الأمشاج في الذكور عن الإناث في حشرة نحل العسل.

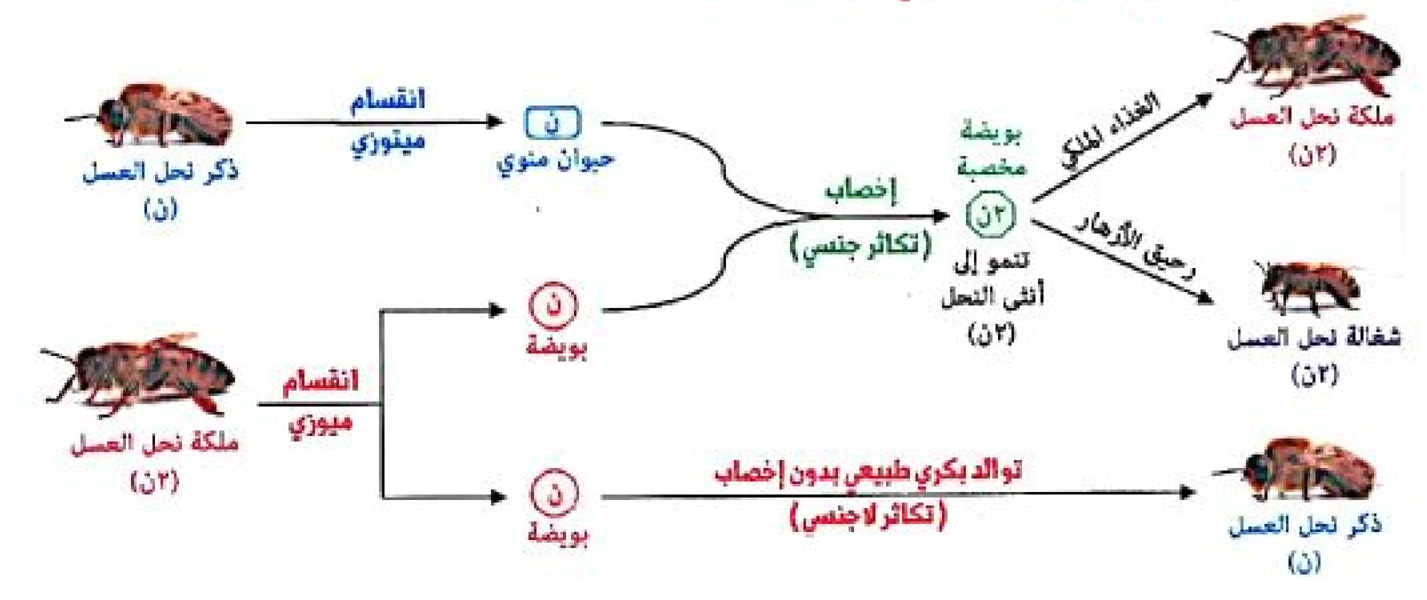
لأن ذكور نحل العسل أحادية المجموعة الصبغية (ن) فتنتج أمشاجًا أحادية المجموعة الصبغية (ن) بالانقسام الميتوزي، بينما الإناث ثنائية المجموعة الصبغية (٢ن) فتنتج أمشاجًا أحادية المجموعة الصبغية (ن) بالانقسام الميوزي.

من هو ؟

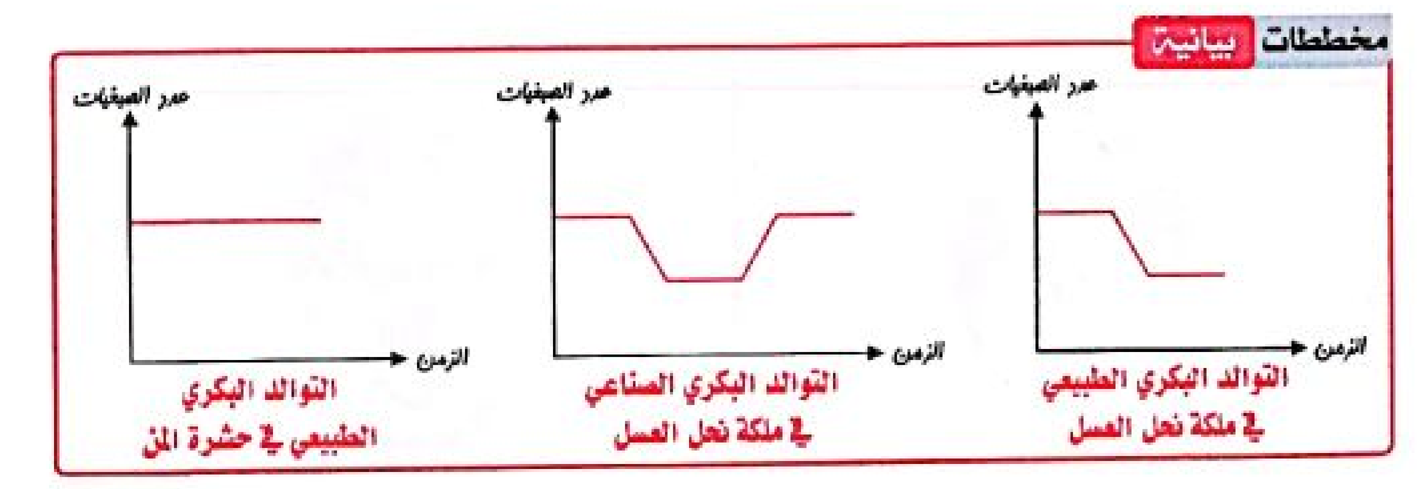
- كائن ينتج من نمو بويضات (ن) دون إخصاب.
- ذكر لا ينتج إلا إناث.
- ذكر حيوان ينتج بدون أب.
- ذكر ينتج أمشاجه بالانقسام الميتوزي.
- كائن كل من خلاياه الجسدية والجنسية أحادية المجموعة الصبغية.

ذكر نحل العسل.

- مخطط يوضح طرق التكاثر في نحل العسل:



مخططات بيانية



٢ التوالد البكري الصناعي

تنشيط بويضات نجم البحر والضفدعة صناعيًا فتتضاعف صبغياتها بدون إخصاب مكونة أفرادًا تشبه الأم تمامًا.

الأمثلة: الضفدعة - نجم البحر - الأرانب.

آليته:

يتم تنشيط بويضات نجم البحر والضفدعة صناعيًا بواسطة تعريضها لصدمة حرارية أو كهربائية أو للإشعاع أو لبعض الأملاح أو للرج أو للوخز بالإبر فتتضاعف صبغياتها بدون إخصاب مكونة أفرادًا تشبه الأم تمامًا (إناث) ثنائية المجموعة الصبغية (٢ن)، كما تكونت أجنة مبكرة من بويضات الأرانب باستخدام منشطات مماثلة.

مؤثر خارجي
بويضة
انقسامات ميتوزية

ملحوظة

- يتكاثر نجم البحر لا جنسيًا وجنسيًا حيث:
  - يضع بويضات بالانقسام الميوزي يتم إخصابها من الأمشاج المذكرة لتكوين أفراد جديدة ثنائية المجموعة الصبغية (تكاثر جنسي).
  - يضع بيضًا يتم تنشيطه بواسطة تعريضه لصدمة حرارية أو كهربية أو إشعاع أو الوخز بالإبر أو الرج أو وضعها في محلول ملحي فتتضاعف الصبغيات دون إخصاب مكونة أفراد ثنائية المجموعة الصبغية (٢ن) تشبه الأم تمامًا (تكاثر لاجنسي بالتوالد البكري الصناعي).
  - إذا تم قطع أحد أذرعه مع قطعة من القرص الوسطي ينمو كل ذراع إلى فرد جديد كامل مستقل (تكاثر لاجنسي بالتجدد).



م زراعة الأنسجة Tissue Culture

إنماء نسيج حي تحتوي خلاياه على المعلومات الوراثية الكاملة في وسط غذائي شبه طبيعي ثم متابعة تميز أنسجتها وتقدمها نحو إنتاج أفراد كاملة.

⊙ يقوم العلماء بدراسة:

- زراعة الأنسجة النباتية.
- زراعة الأنسجة الحيوانية.

الأساس العلمي لزراعة الأنسجة النباتية:

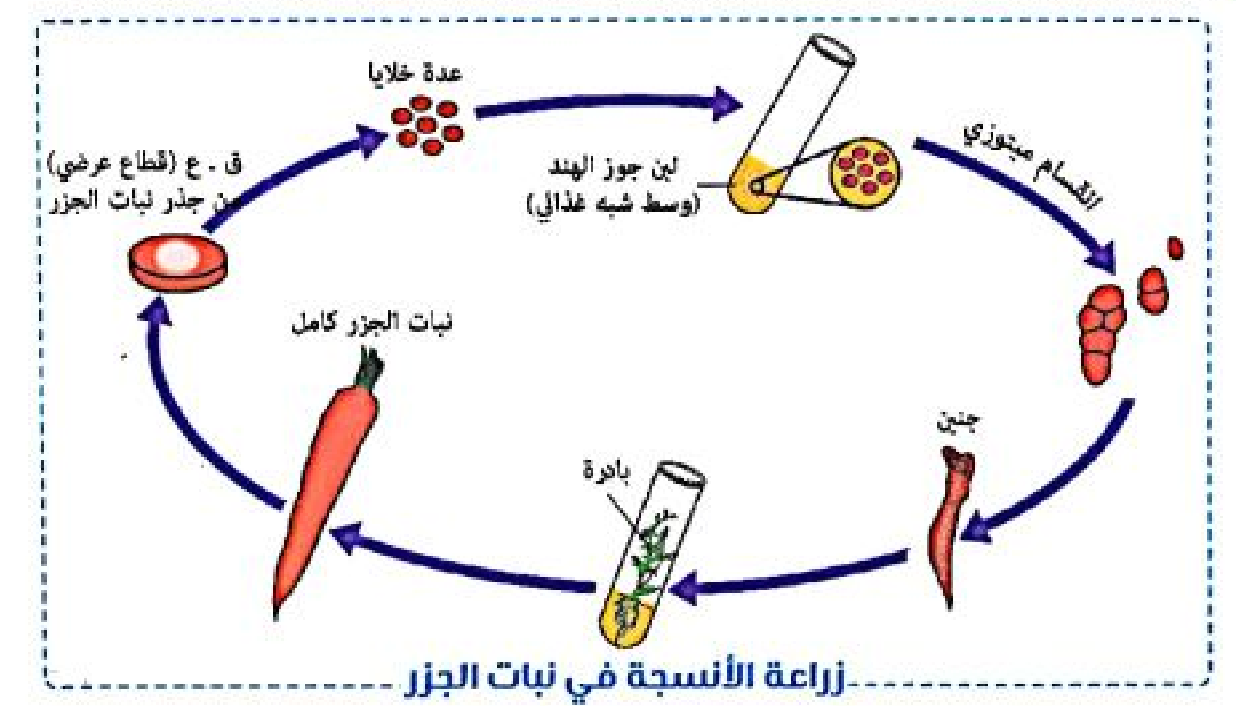
الخلية النباتية المحتوية على المعلومات الوراثية الكاملة يمكنها أن تصبح نباتًا كاملا إذا زرعت في وسط غذائي مناسب يحتوي على الهرمونات النباتية بنسب معينة كما في نبات الجزر ونبات الطباق.

- ويتضح مما سبق أنه يشترط لإنتاج نبات كامل **ما يلي:**

- خلية تحتوي على المعلومات الوراثية الكاملة (٢ن)، مثل: الجذر - الساق - الأوراق.
- وسط غذائي يحتوي على هرمونات نباتية وعناصر غذائية، مثل: لبن جوز الهند.

تجربة على نبات الجزر

1. تم فصل أجزاء صغيرة من جذر نبات الجزر في أنابيب زجاجية تحتوي على لبن جوز الهند (الذي يحتوي على جميع الهرمونات النباتية والعناصر الغذائية اللازمة لنمو النبات) فبدأت في النمو والتمايز إلى نبات جزر كامل.
2. تم فصل خلايا منفردة من نفس أنسجة النبات وزراعتها بنفس الطريقة للحصول على نبات كامل.



زراعة الأنسجة في نبات الجزر

تجربة على نبات الطباق

تم فصل خلايا من أوراق الطباق وزراعتها بنفس الطريقة السابقة فأمكن الحصول على نبات طباق كامل.

أهمية زراعة الأنسجة:

1. إكثار نباتات نادرة أو ذات سلالات ممتازة أو أكثر مقاومة للأمراض.
2. اختصار الوقت اللازم لنمو المحاصيل المنتجة وإكثارها.
3. تقدم حلولا لمشاكل الغذاء بشكل عام.
4. التحكم في ميعاد زراعة الأنسجة حيث أمكن حفظ الأنسجة المختارة للزراعة في نيتروجين سائل لتبريدها لمدة طويلة للإبقاء على حيويتها لحين زراعتها.

اذكر مثالًا لـ:

- **خلية جسمية تحولت لفرد كامل مباشرة.**
  نبات الجزر ونبات الطباق (زراعة الأنسجة).
- **خلية جنسية تحولت لفرد كامل مباشرة.**
  التوالد البكري الصناعي.

ماذا يحدث عند زراعة؟

1. حبة لقاح خاصة بزهرة نبات الفول في لبن جوز الهند	لن تنمو إلى نبات كامل؛ لعدم احتواء حبة اللقاح على المعلومات الوراثية الكاملة اللازمة للنمو.
2. بذرة خاصة بنبات الفول في لبن جوز الهند	تنمو إلى نبات كامل؛ لاحتواء البذرة على المعلومات الوراثية الكاملة اللازمة للنمو.
3. ورقة نبات الفول في تربة رطبة أو ماء	لن تنمو إلى نبات كامل؛ لعدم احتواء التربة على الهرمونات النباتية والعناصر الغذائية اللازمة لنمو النبات.
4. ورقة نبات الفول في لبن بقري	لن تنمو إلى نبات كامل؛ لعدم احتواء اللبن البقري على الهرمونات النباتية والعناصر الغذائية اللازمة لنمو النبات.
5. بذرة نبات الفول في تربة رطبة أو ماء	تنمو إلى نبات كامل؛ لاحتواء البذرة على الأوكسينات واحتواء التربة على العناصر الغذائية اللازمة لنمو النبات.

أداء ذاتي

١٨ أي الأجزاء التالية مسئول عن تغذية فطر عفن الخبز عند سقوطه على قطعة خبز رطبة ؟ ....

(أ) ١
(ب) ٢
(ج) ٣
(د) ٤

(١) (٢) (٣) (٤)

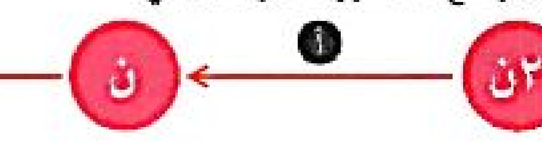
١٩ أي الأسباب التالية تؤدي إلى احتفاظ جراثيم فطر عيش الغراب بتركيبها رغم سقوطها على بيئة جافة ذات درجة حرارة مرتفعة ؟ ....

(أ) إحاطتها بغلاف كيتيني
(ب) عدم احتوائها على نواة
(ج) إحاطتها بجدار سميك
(د) اختزان كمية كبيرة من الغذاء

٢٠ أي العبارات التالية صحيحة عن التوالد البكري الطبيعي ؟ ....

(أ) مكلف بيولوجيا
(ب) ينتج عنه أنثى دائما
(ج) ينتج عنه أفراد أحادية أو ثنائية المجموعة الصبغية
(د) الأولى والثالثة

٢١ الشكل المقابل يوضح أحد صور التكاثر اللاجنسي.



افحص الشكل السابق جيدا ثم اختر البديل المناسب.

	نوع الكائن الحي	العملية (أ)	العملية (ب)
(أ)	شغالة نحل العسل	انقسام ميوزي	توالد بكري طبيعي
(ب)	أنثى حشرة المن	انقسام ميوزي	توالد بكري طبيعي
(ج)	أنثى الضفدعة	انقسام ميتوزي	توالد بكري صناعي
(د)	ملكة نحل العسل	انقسام ميوزي	إخصاب

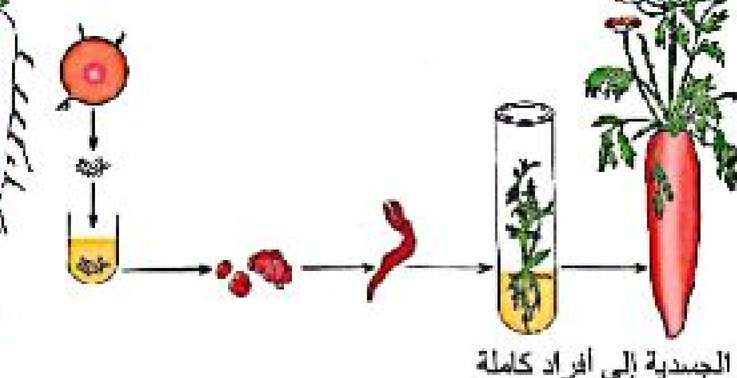
٢٢ أي صور التكاثر اللاجنسي يصاحبها تنوع في الصفات الوراثية للأفراد الناتجة عنه ؟ ....

(أ) الانشطار الثنائي في الطحالب البسيطة
(ب) التوالد البكري الطبيعي في نحل العسل
(ج) التوالد البكري الطبيعي في حشرة المن
(د) التكاثر بالجراثيم في فطر البنسليوم

٢٣ أي الأشكال البيانية التالية تعبر عن التغير في عدد الصبغيات في حالة التوالد البكري الصناعي في الضفدعة ؟ ....

عدد الصبغيات / الزمن (أ)
عدد الصبغيات / الزمن (ب)
عدد الصبغيات / الزمن (ج)
عدد الصبغيات / الزمن (د)

٢٤ أي البدائل التالية تعبر عن خصائص صورة التكاثر الموضحة بالشكل المقابل ؟ ....

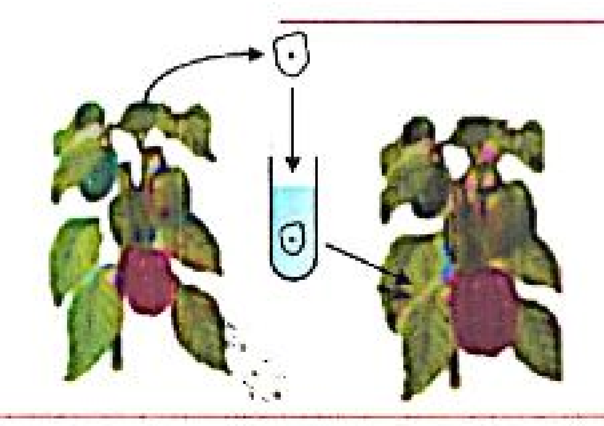


(أ) تتحول فيها الخلايا الجسدية إلى أفراد كاملة
(ب) تتحول فيها الخلايا الجنسية إلى أفراد كاملة
(ج) يمكن من خلالها المحافظة على النباتات المهددة بالانقراض
(د) الأولى والثالثة

٢٥ ادرس الشكل الذي أمامك والذي يوضح أحد التقنيات الحديثة للتكاثر الصناعي في النباتات، **ثم حدد:**

ما الغرض الأساسي لهذه التقنية كما يظهر بالشكل ؟

(أ) إنتاج أفراد تحمل صفات جديدة.
(ب) إنتاج أفراد تشبه الفرد الأبوي تماما.
(ج) زيادة طول النبات.
(د) حل مشكلة الغذاء.







تابع طرق التكاثر في الكائنات الحية
الدرس 2

ثانياً التكاثر الجنسي Sexual Reproduction







التكاثر الجنسي بالاقتران	التكاثر الجنسي بالأمشاج
- يعتمد على الخلايا الجسدية. - يتم في الظروف غير المناسبة فقط. - يحدث الانقسام الميوزي بعد تكوين اللاقحة. - تحاط اللاقحة بجدار سميك بهدف الحماية من الظروف غير المناسبة. - تتكاثر بواسطته معظم الكائنات البدائية، مثل: • بعض الأوليات الحيوانية (البراميسيوم). • الطحالب (الأسبيروجيرا). • الفطريات (عفن الخبز).	- يعتمد على الخلايا الجنسية. - يتم باستمرار متى نضجت الأعضاء التناسلية. - يحدث الانقسام الميوزي قبل تكوين اللاقحة. - لا تحاط اللاقحة بجدار سميك. - تتكاثر بواسطته معظم الكائنات الراقية، مثل: • النباتات الزهرية (التفاح). • الزواحف (السلحفاة). • الإنسان.

أ الاقتران Conjugation

تتكاثر معظم الكائنات البدائية كبعض الأوليات والطحالب والفطريات بطريقتين مختلفتين، هما:

- **التكاثر اللاجنسي بالانقسام الميتوزي:** في الظروف المناسبة مثل وفرة الماء وملائمة الحرارة.
- **التكاثر الجنسي بالاقتران:** في الظروف غير المناسبة كتعرضها للجفاف أو تغير درجة حرارة الماء أو نقاوته.

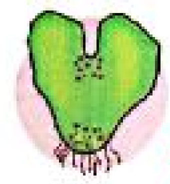
طحلب الأسبيروجيرا

التصنيف: من الطحالب الخضراء.

بيئة المعيشة: ينتشر في المياه العذبة الراكدة حيث تطفو خيوطه ويعرف بالريم الأخضر.

التركيب: طحلب خيطي الشكل يتكون من صف واحد من الخلايا المتماثلة تركيبياً ووظيفياً تحتوي كل منها على (نواة - بلاستيدة خضراء أو أكثر حلزونية الشكل - فجوة عصارية - كمية من السيتوبلازم).

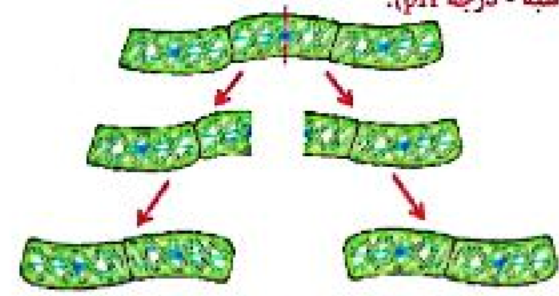
طريقة التغذية: ذاتي التغذية يعتمد على عملية البناء الضوئي بسبب وجود البلاستيدات الخضراء (الكلوروفيل).



التكاثر:

١ في الظروف المناسبة. مثل (وفرة الماء - حرارة ملائمة - إضاءة مناسبة - درجة pH).

يتكاثر لاجنسياً بالتقطع بالاعتماد على الانقسام الميتوزي بهدف وفرة النسل وزيادة العدد.



٢ في الظروف غير المناسبة. مثل (جفاف البركة - تغير درجة الحرارة - تغير النقاوة - تغير درجة PH).

يتكاثر جنسياً بالاقتران بهدف الحماية من الظروف غير المناسبة وتنوع الصفات الوراثية والاقتران نوعان هما:

	١ الاقتران السلمي	٢ الاقتران الجانبي
الشكل التوضيحي	(ن) (ن) قناة الاقتران (ن) (ن) (ن) (ن) نواة، بلاستيدة، خيطان متجاوران طولياً، اتجاه بروتوبلازم الخلايا لتكوين الزيجوت، زيجوت (٢ن)، لاقحة جرثومية (٢ن) (الزيجوسبور)، انقسام ميوزي (اختزالي)، إنبات خيط جديد بالانقسام الميتوزي، (ن)	زيجوت (٢ن)، (ن) (ن)، (ن) (ن)، خيط طحلبي واحد، إنبات خيط جديد بالانقسام الميتوزي، (ن)، انقسام ميوزي (اختزالي)، لاقحة جرثومية (٢ن) (الزيجوسبور)
شرط حدوثه	وجود أكثر من خيط طحلبي عند تعرض الأسبيروجيرا لظرف غير مناسب.	وجود خيط طحلبي واحد فقط عند تعرض الأسبيروجيرا لظرف غير مناسب.
موضع حدوثه	يحدث بين الخلايا المتقابلة في خيطين طحلبين متجاورين طولياً.	يحدث بين خليتين متجاورتين في نفس الخيط الطحلبي.
آلية حدوثه	• يتجاور خيطان طولياً. • تنمو نتوءات للداخل بين بعض أزواج الخلايا المتقابلة حتى يتلامسا ويزول الجدار الفاصل بينهما وتتكون قناة اقتران. • تنتقل مكونات إحدى الخليتين إلى الخلية المقابلة لها من خلال قناة الاقتران مكونة لاقحة (زيجوت) (٢ن).	تنتقل مكونات إحدى الخليتين (البروتوبلازم) إلى الخلية المجاورة لها على نفس الخيط الطحلبي من خلال فتحة في الجدار الفاصل بينهما مكونة لاقحة (زيجوت) (٢ن).

استكمال آلية الحدوث	• تحاط اللاقحة بجدار سميك؛ لحمايتها من الظروف غير الملائمة، وتسمى (لاقحة جرثومية) أو (زيجوسبور) (٢ن)، وتبقى ساكنة حتى تتحسن الظروف المحيطة. • تنقسم نواة اللاقحة الجرثومية ميوزيًا لتكوين ٤ أنوية أحادية المجموعة الصبغية (ن) يتحلل منها ثلاث أنوية وتبقى النواة الرابعة. • تنقسم النواة الرابعة ميتوزيًا لتكوّن خيط طحلبي جديد (ن).	
التنوع الوراثي	الأفراد الناتجة أكثر تنوعًا حيث تجمع بين صفات خيطين مختلفين.	الأفراد الناتجة أقل تنوعًا حيث تجمع بين صفات خيط طحلبي واحد فقط.
سهولة الحدوث	أصعب حدوثًا.	أسهل حدوثًا.

مقارنة بين اللاقحة واللاقحة الجرثومية:

اللاقحة	اللاقحة الجرثومية (الزيجوسبور)
أوجه الاختلاف	
- غير محاطة بجدار سميك.	- محاطة بجدار سميك للحماية من الظروف غير الملائمة.
- تنقسم ميتوزيًا لتكوين الجنين ثم الفرد اليافع الناضج.	- تنقسم نواتها ميوزيًا لتعطي ٤ أنوية يتحلل منها ٣ وتبقى الرابعة التي تنقسم ميتوزيًا لتكوين خيط جديد.
- تتكون في التكاثر الجنسي بالأمشاج.	- تتكون في التكاثر الجنسي بالاقتران.
وجه الشبه	
كلاهما ثنائية المجموعة الصبغية وتتكون في التكاثر الجنسي.	

مسألة:

عند جفاف بركة يعيش بها خيطان من طحلب الأسبيروجيرا أحدهما يحتوي على ٢٠ خلية والآخر يحتوي على ١٠ خلايا. احسب:

١- عدد الزيجوسبورات الناتجة.
٢- عدد الخيوط الطحلبية الناتجة من الإنبات.
٣- نوع الاقتران الحادث.
٤- نوع الانقسامات التي تحدث بعد تحسن الظروف المحيطة.

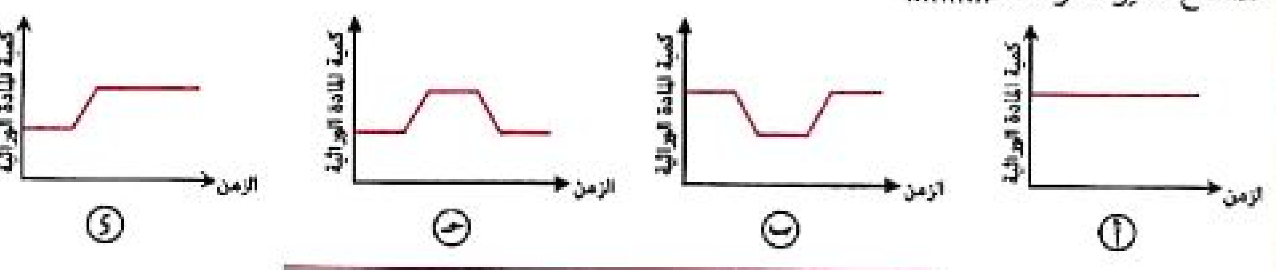
الإجابة

١- عدد الزيجوسبورات الناتجة = ١٠ + ٥ = ١٥ زيجوسبور.
٢- عدد الخيوط الطحلبية الناتجة = عدد الزيجوسبورات = ١٥ خيط طحلبي.
٣- اقتران سلمي بين ١٠ أزواج من الخلايا على الخيطين المتجاورين.
اقتران جانبي بين ٥ أزواج من الخلايا على خيط واحد فقط.
٤- انقسام ميوزي لنواة الزيجوسبور يليه انقسام ميتوزي.

أداء ذاتي

١ جميع الكائنات الحية التالية تتكاثر جنسيا بالاقتران في الظروف غير المناسبة ماعدا ....
(أ) البراميسيوم (ب) طحلب الأسبيروجيرا
(ج) نجم البحر (د) فطر عفن الخبز

٢ أي الأشكال البيانية التالية تعبر عن مقدار التغير في كمية المادة الوراثية عند إتمام عملية تكاثر طحلب الأسبيروجيرا في مستنقع متغير الملوحة ؟ ....

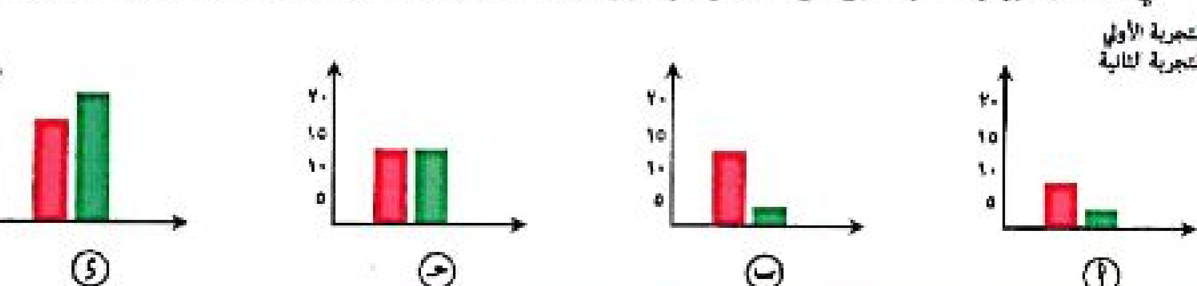


٣ الريم الأخضر من الكائنات ذاتية التغذية، يحتوي الريم الأخضر على بلاستيدات خضراء حلزونية الشكل.
(أ) العبارتان صحيحتان وليس بينهما علاقة (ب) العبارتان صحيحتان وبينهما علاقة
(ج) العبارة الأولى صحيحة والثانية خطأ (د) العبارة الأولى خطأ والثانية صحيحة

٤ يعتمد تكاثر الأسبيروجيرا في الظروف المناسبة على الانقسام ....
(أ) الميوزي فقط (ب) الميتوزي فقط
(ج) الميوزي ثم الميتوزي (د) الميتوزي ثم الميوزي

٥ يعتمد تكاثر الأسبيروجيرا في الظروف غير المناسبة على الانقسام ....
(أ) الميوزي فقط (ب) الميتوزي فقط
(ج) الميوزي ثم الميتوزي (د) الميتوزي ثم الميوزي

٦ أجريت تجربتان معمليتان على طحلب الأسبيروجيرا لدراسة كيفية تكيفه مع ظروف البيئة كالتالي:
▪ التجربة الأولى: تم فيها فصل خيطين من طحلب الأسبيروجيرا أحدهما يحتوي على ١٦ خلية والآخر يحتوي على ٨ خلايا في وسط شديد الملوحة.
▪ التجربة الثانية: تم فيها فصل خيطين من طحلب الأسبيروجيرا أحدهما يحتوي على ٢٠ خلية والآخر يحتوي على ٤ خلايا في وسط جاف.
أي الأشكال البيانية التالية تعبر عن عدد الزيجوسبورات الناتجة من كل تجربة بعد فترة زمنية ملائمة ؟ ....



ب التكاثر بالأمشاج الجنسية

تتكاثر الأحياء النباتية والحيوانية المتقدمة بالأمشاج الجنسية المذكرة والأنثوية الناتجة عن انقسام ميوزي يتم في المناسل (الأعضاء الجنسية).

أنواع الأمشاج الجنسية
(الأمشاج الذكرية - الأمشاج الأنثوية).

	المشيج المذكر ♂	المشيج المؤنث ♀
عضو الإنتاج	تنتجه المناسل المذكرة (الخصية - المتك).	تنتجه المناسل المؤنثة (المبيض).
الوصف	الجسم مستدق قليل السيتوبلازم (حيث يفقد معظم السيتوبلازم أثناء تكوينه)	مستدير.
الحجم	أقل حجمًا	أكبر حجمًا
اختزان الغذاء	لا يختزن الغذاء.	يختزن الغذاء غالبًا.
الحركة	له القدرة على الحركة حيث يتزود الجسم بسوط أو ذيل (بالنسبة للحيوان أو الإنسان) حتى يستطيع الوصول للمشيج المؤنث.	يبقى ساكنًا عادةً في جسم الأنثى حتى يتم الإخصاب (في حالات التلقيح الداخلي).
العدد	ينتج المشيج المذكر بأعداد كبيرة حيث إن كل خلية أولية تنتج أربعة أمشاج ذكرية وذلك لاحتمال فقد بعضها خلال رحلتها إلى المشيج الأنثوي.	ينتج المشيج المؤنث بأعداد قليلة حيث إن كل خلية أولية تنتج مشيجًا مؤنثًا واحدًا (بويضة) وثلاثة أجسام قطبية.
الوظيفة	نقل المادة الوراثية إلى المشيج المؤنث في عملية الإخصاب.	استقبال المادة الوراثية من المشيج المذكر.

فسر ؟
• لا يختزن المشيج المذكر الغذاء.
لأنه قليل السيتوبلازم حيث يفقد معظمه أثناء تكوينه.

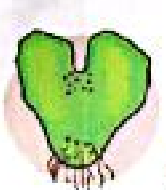
فسر ؟
• جسم المشيج المذكر يكون مستدقًا غالبًا.
لتقليل قوى الاحتكاك مع السوائل التي يلقاها أثناء حركته لمكان المشيج المؤنث، وليسهل من عملية اختراق المشيج المؤنث حتى تتم عملية الإخصاب.

التلقيح
انتقال المشيج الذكري إلى المشيج الأنثوي.

تنويه: الأمشاج قد تنتج بدون مناسل كما في البلازموديوم.

يتم التلقيح حسب نوع الحيوان وبيئته، بإحدى الطريقتين التاليتين:

تلقيح خارجي	تلقيح داخلي
- يتم في معظم الحيوانات المائية كالأسماك العظمية والضفادع.	- تتم في معظم الحيوانات التي تعيش على اليابسة مثل الزواحف والطيور والثدييات.
- يلقي كل من الذكر والأنثى بأمشاجهما في الماء فتنتقل الأمشاج عبر الماء ليتم الإخصاب وتكوين الجنين في الماء.	- يتعين على الذكر إدخال الحيوانات المنوية داخل جسم الأنثى لتصل إلى البويضات ليتم الإخصاب ويتكون الجنين.



الإخصاب

اندماج نواة المشيج الذكري (ن) بنواة المشيج الأنثوي (ن) لتكوين اللاقحة (٢ ن) التي تنقسم ميتوزيًا لتكوين الجنين.

فكرة
بركة ماء تعيش فيها كل من طحلب الأسبيروجيرا، والأميبا، وضفدعة.
حدد ماذا يحدث عند جفاف هذه البركة لكل منها ؟
• طحلب الأسبيروجيرا: يتكاثر جنسيًا بالاقتران (سلمي أو جانبي) لتكوين زيجوسبور تنقسم نواته ميوزيًا فور تحسن الظروف المحيطة إلى أربعة أنوية يتحلل منها ٣ وتبقى النواة الرابعة لتنقسم ميتوزيًا لإنبات خيط طحلبي جديد.
• أميبا: تفرز حول جسمها غلافًا كيتينيًا؛ لحمايتها وتنقسم داخل الحوصلة عدة مرات بالانشطار الثنائي المتكرر لتعطي عدة أميبات صغيرة تتحرر منها فور تحسن الظروف المحيطة.
• الضفدعة: تتوقف عن التكاثر الجنسي؛ لأن التلقيح والإخصاب فيها يكون خارجي ويحتاج لوسط مائي.

أداء ذاتي
1 تتم عملية الإخصاب خارج جسم الأنثى في جميع الكائنات الحية التالية ماعدا ....
(أ) الضفادع (ب) سمك القرش (ج) سمك البلطي (د) سمك البوري

ظاهرة تعاقب الأجيال Alternation of Generation

ظاهرة تعاقب (توالي) جيلين أو أكثر جيل يتكاثر جنسيًا مع جيل أو أكثر يتكاثر لا جنسيًا في نفس دورة حياة الكائن الحي.

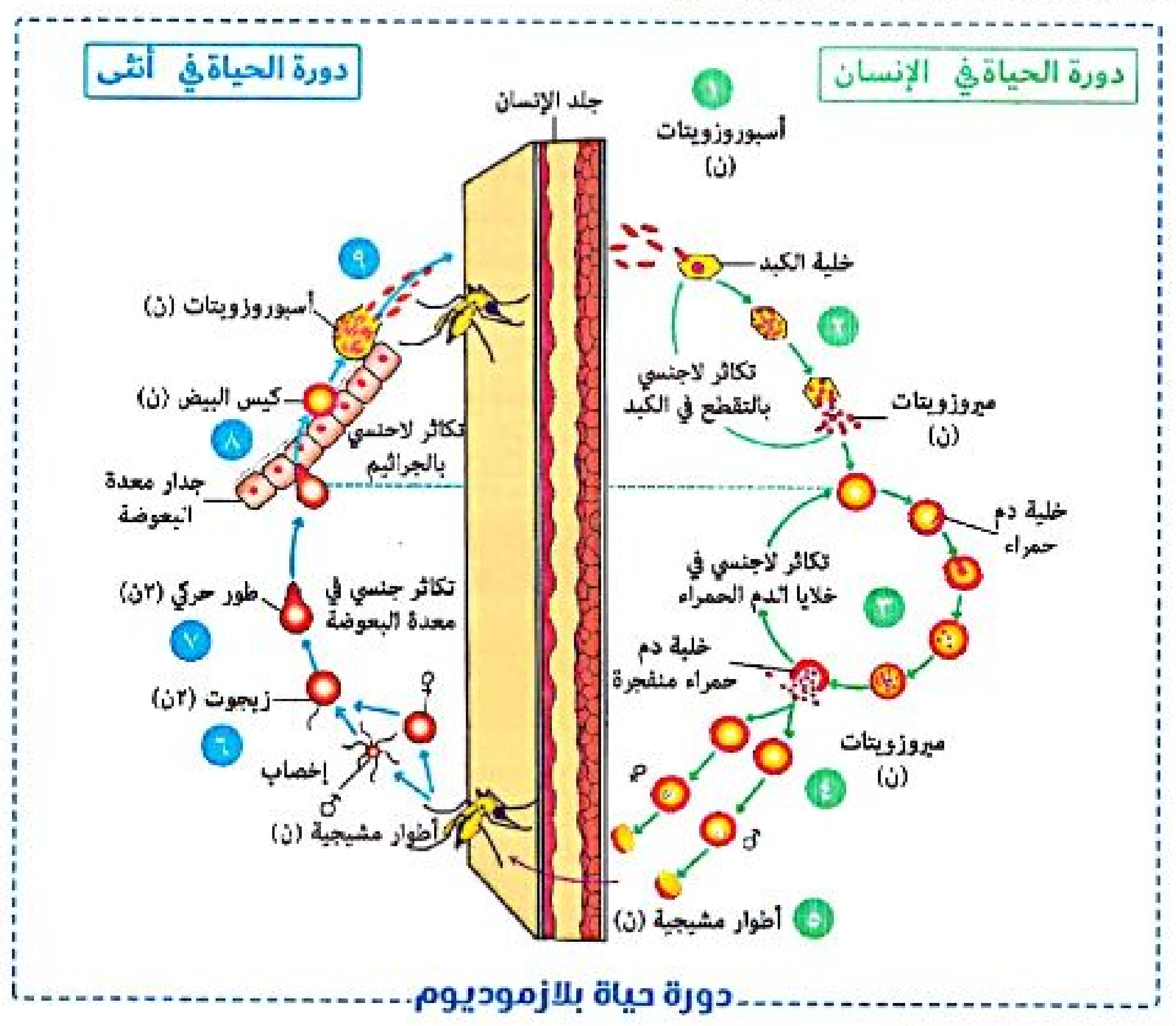
تتكاثر بواسطتها:
- بعض الأنواع النباتية مثل السرخسيات (كزبرة البئر - الفوجير).
- بعض الأنواع الحيوانية مثل بلازموديوم الملاريا.
- تلجأ بعض الأنواع إلى التكاثر الجنسي واللاجنسي في نفس دورة الحياة (تعاقب الأجيال) لتجني ميزاتهما معًا فـ:
  • التكاثر اللاجنسي يحقق سرعة التكاثر ووفرة النسل.
  • التكاثر الجنسي يحقق التنوع الوراثي والانتشار ومسايرة تقلبات البيئة وتباين المحتوى الصبغي لخلايا تلك الأجيال المتعاقبة.

فكرة
حدد ٦ كائنات تتكاثر جنسيًا ولاجنسيًا ولا يعتبر تعاقب أجيال، مع التفسير.
(الهيدرا - الإسفنج - بعض الطحالب مثل طحلب الأسبيروجيرا - بعض الفطريات - بعض الأوليات - نجم البحر).
؛ لأنها تتكاثر جنسيًا في ظروف معينة وتتكاثر لاجنسيًا في ظروف أخرى ولا يجمعهما دورة حياة واحدة في نفس الكائن الحي، بينما يشترط لتعاقب الأجيال أن يتعاقب التكاثر الجنسي مع التكاثر اللاجنسي في نفس دورة حياة الكائن الحي.

يمكن إيضاح ظاهرة تعاقب الأجيال من خلال دراستنا للأمثلة التالية:

أولاً دورة حياة بلازموديوم الملاريا

- يعتبر من الأوليات الجرثومية التي تتطفل على الإنسان وأنثى بعوضة الأنوفيليس.
- يتعاقب في دورة حياة البلازموديوم جيل يتكاثر جنسيًا **بالأمشاج** (في البعوضة) ثم أجيال تتكاثر لاجنسيًا **بالجراثيم** (في البعوضة) **وبالتقطع** (في الإنسان).



دورة حياة بلازموديوم

مصطلحات إضافية



العائل الأساسي	الكائن الذي يحدث فيه التكاثر الجنسي.
العائل الوسيط	الكائن الذي يحدث فيه التكاثر اللاجنسي.

أ دورة الحياة في جسم الإنسان

(١) تلدغ أنثى بعوضة أنوفيليس مصابة بالطفيل جلد إنسان

تصب البعوضة في دم الإنسان أشكالًا مغزلية دقيقة تسمى «الأسبوروزويتات (ن) «sporozoites».

(٢) تتجه الأسبوروزويتات مع الدم إلى

الكبد

حيث تقضي فترة حضانة تقوم فيها بدورتين من التكاثر اللاجنسي حيث تنقسم النواة **بالتقطع** لتنتج «الميروزويتات (ن) «Merozoites».

(٣) تنتقل الميروزويتات لتصيب

كريات الدم الحمراء

حيث تقضي فيها عدة دورات لاجنسية لإنتاج العديد من الميروزويتات.

(٤) تتحرر الميروزويتات بأعداد هائلة كل يومين

بعد تفتت كريات الدم المصابة وكذلك تتحرر (تنطلق) مواد سامة حينئذ يظهر على المصاب أعراض حُمى الملاريا (ارتفاع درجة الحرارة / الرعشة / العرق الغزير).

(٥) تتحول بعض الميروزويتات إلى أطوار مشيجية (ن)

وذلك داخل **كريات الدم الحمراء**

(٦) تنتقل الأطوار المشيجية (ن) مع دم المصاب إلى البعوضة عند لدغها للإنسان المصاب

ب دورة الحياة في جسم أنثى البعوضة

تتحرر الأمشاج من كريات الدم الحمراء وتندمج لتكوين «اللاقحة» (٢ن) في معدة البعوضة.

(٧) تتحول اللاقحة إلى طور حركي «Ookinete» (٢ن)

يخترق الطور الحركي جدار المعدة

(٨) ينقسم الطور الحركي ميوزيًا مكونًا كيس البيض «Oocyte» (ن)

تنقسم نواة كيس البيض ميتوزيًا فيما يعرف بالتكاثر بالجراثيم **Sporogony** حيث ينتج عنه العديد من الأسبوروزويتات (ن) ويعتبر ذلك تكاثرًا لاجنسيًا.

(٩) تتحرر الأسبوروزويتات (ن) وتتجه إلى

الغدد اللعابية للبعوضة

استعدادًا لإصابة إنسان آخر.

ملحوظات

- جميع أطوار بلازموديوم الملاريا أحادية المجموعة الصبغية عدا الزيجوت والطور الحركي.
- الطور المعدي للإنسان هو الأسبوروزويتات، بينما الطور المعدي لأنثى بعوضة الأنوفيليس هو الأطوار المشيجية.
- تتكون الأطوار المشيجية من تحول بعض الميروزويتات داخل كريات الدم الحمراء في الإنسان المصاب بينما تستكمل نضجها في معدة البعوضة لتتمايز إلى أمشاج مذكرة ومؤنثة تتكاثر جنسيًا مكونة اللاقحة فتستمر دورة الحياة.

أضف إلى معلوماتك

- الأطوار المشيجية لا تتأثر بالعصارة الهاضمة في معدة البعوضة بينما يتأثر كل من اللاقحة والطور الحركي بالعصارة الهاضمة لذا تتحول اللاقحة بسرعة إلى طور حركي يخترق جدار المعدة حتى لا يتم هضمها.
- تتفتت كريات الدم الحمراء المصابة كل يومين بأعداد كبيرة ومع تكرار هذه العملية قد يؤدي إلى الإصابة بأنيميا حادة (نقص حاد في عدد كريات الدم الحمراء وكمية الهيموجلوبين فيما يعرف بـ"فقر الدم").
- عند فحص عينة دم لمريض الملاريا تحت الميكروسكوب يمكن ملاحظة الآتي:
  - وجود كل من الميروزويتات والأطوار المشيجية فقط.
  - نقص عدد كريات الدم الحمراء.
  - نقص كمية الهيموجلوبين.
  - زيادة في نواتج تكسير الهيموجلوبين.

كرة دم حمراء — الأطوار المشيجية — الميروزويتات

- التكاثر بالتقطع عبارة عن انشطار متكرر تنقسم فيه النواة أولًا ثم تنقسم الخلية إلى أكبر عدد من القطع.

- مما سبق يمكن المقارنة بين الأسبوروزويتات والميروزويتات، كالتالي:

	الأسبوروزويتات	الميروزويتات
الشكل	أطوار مغزلية الشكل.	أطوار كروية أو مستديرة الشكل.
المجموعة الصبغية	أحادية المجموعة الصبغية (ن).	أحادية المجموعة الصبغية (ن).
مكان الوجود	▪ خلايا الكبد في الإنسان المصاب. ▪ الغدد اللعابية في أنثى بعوضة الأنوفيليس المصابة.	▪ كريات الدم الحمراء في الإنسان المصاب. ▪ لا توجد في أنثى بعوضة الأنوفيليس.
طريقة التكوين	تتكون من انقسام نواة كيس البيض بالجراثيم خارج جدار معدة البعوضة المصابة.	تتكون من تكاثر الأسبوروزويتات لاجنسيًا بالتقطع داخل خلايا الكبد في الإنسان المصاب.
طريقة التكاثر	تتكاثر لاجنسيًا بالتقطع في دورتين داخل خلايا الكبد في الإنسان المصاب مكونة ميروزويتات.	تتكاثر لاجنسيًا بالتقطع في عدة دورات داخل كريات الدم الحمراء مكونة العديد من الميروزويتات التي يتحول بعضها إلى أطوار مشيجية.

ملحوظات:

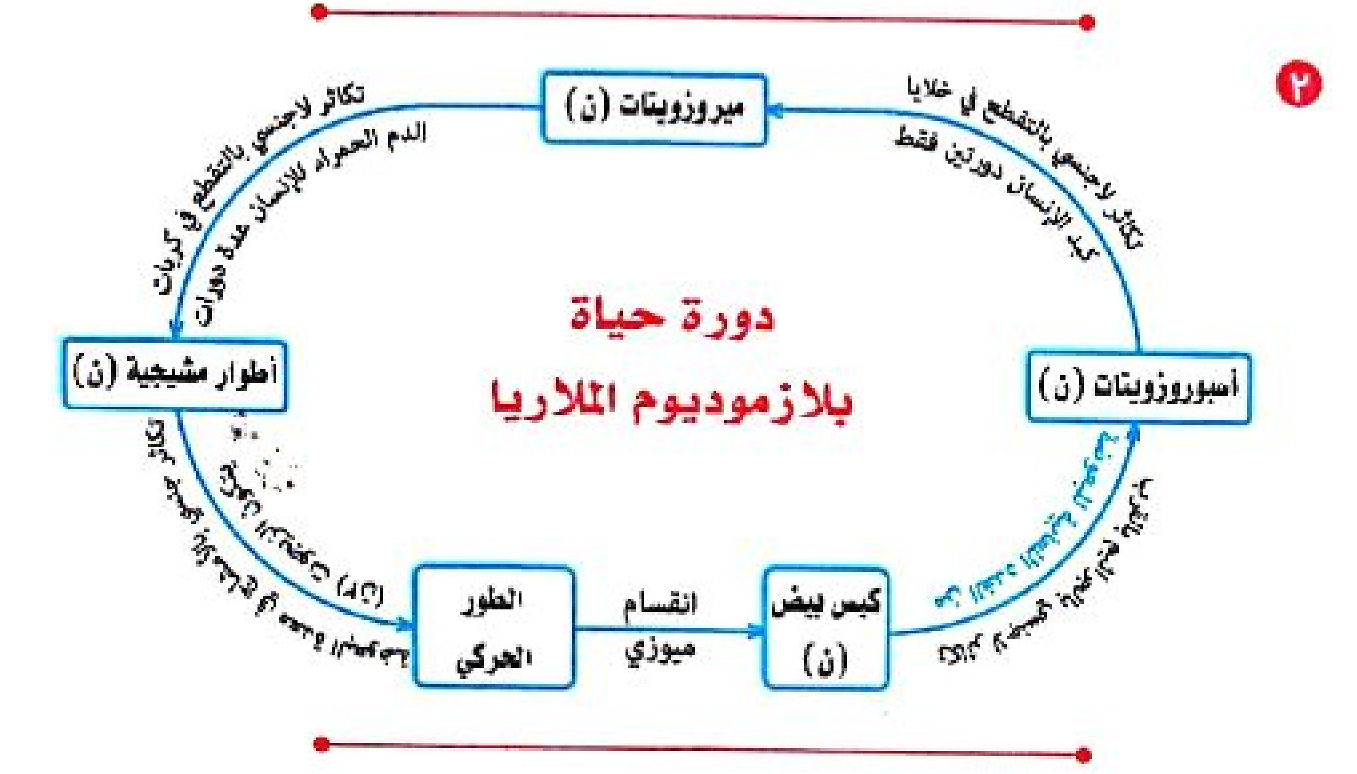
1

اللاقحة — الطور الحركي — كيس البيض — الأسبوروزويتات — الأطوار المشيجية — الميروزويتات

أنثى بعوضة الأنوفيليس — الإنسان

أماكن تواجد أطوار بلازموديوم الملاريا

2



أداء ذاتي

8 أي البدائل التالية تعبر عن كائنات حية تحقق الانتشار بدون تنوع وراثي وأخرى تحقق الانتشار مع التنوع الوراثي على الترتيب ؟ ....

Ⓐ فطر عفن الخبز والضفادع
Ⓑ الأميبا والإسفنج
Ⓒ كزبرة البئر وفطر الخميرة
Ⓓ فطر عيش الغراب والفوجير

9 جميع الكائنات الحية التالية تتكاثر جنسيا ولا جنسيا بدون تعاقب للأجيال ماعدا ....

Ⓐ الهيدرا والإسفنج
Ⓑ طحلب الأسبيروجيرا
Ⓒ نجم البحر
Ⓓ الأوليات الجرثومية

١٠ أي البدائل التالية تعبر عن نوع التكاثر السائد خلال دورة حياة بلازموديوم الملاريا ؟ ....

	نوع التكاثر في الإنسان	نوع التكاثر في أنثى بعوضة الأنوفيليس
أ	لا جنسي	لا جنسي ثم جنسي
ب	جنسي	لا جنسي
ج	لا جنسي	جنسي
د	لا جنسي	جنسي ثم لا جنسي

١١ أي البدائل التالية صحيحة عن بلازموديوم الملاريا ؟ ....

	الطور المعدي للإنسان	الطور المعدي للبعوضة
أ	الأسبوروزويتات	الميروزويتات
ب	الأطوار المشيجية	الأسبوروزويتات
ج	الأسبوروزويتات	الأطوار المشيجية
د	الميروزويتات	الأطوار المشيجية

١٢ الشكل المقابل يمثل أحد أطوار بلازموديوم الملاريا فما هو ؟ ....
- (أ) ميروزويت
- (ب) أسبوروزويت
- (ج) طور حركي
- (د) كيس البيض

١٣ أي البدائل التالية تعبر عن نوع التكاثر السائد خلال دورة حياة بلازموديوم الملاريا ؟ ....

	عدد كريات الدم الحمراء	تركيز نواتج تكسير الهيموجلوبين
أ	منخفض	منخفض
ب	منخفض	مرتفع
ج	مرتفع	مرتفع
د	مرتفع	منخفض

١٤ تنتقل عدوى الملاريا للإنسان عن طريق ....
- (أ) لدغ أنثى الأنوفيليس المصابة للإنسان
- (ب) نقل دم من شخص مصاب
- (ج) استخدام سرنجة ملوثة من شخص مصاب
- (د) جميع ما سبق

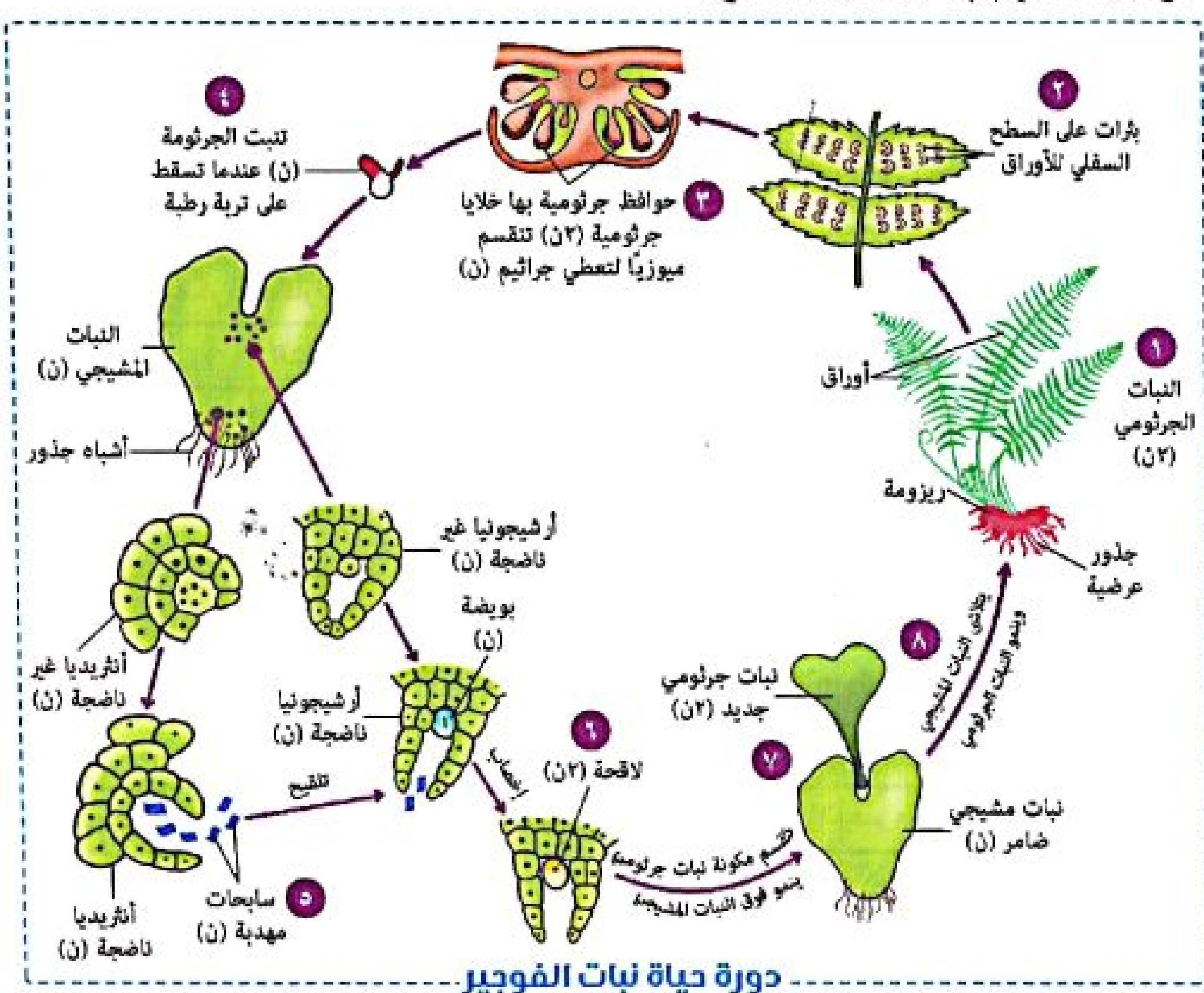
١٥ جميع العبارات التالية صحيحة ماعدا ....
- (أ) العائل الأساسي في دورة حياة البلازموديوم هو البعوضة
- (ب) تظهر أعراض حمى الملاريا على هيئة نوبات متقطعة
- (ج) يعتمد التكاثر الجنسي في البلازموديوم على الانقسام الميوزي
- (د) تتضح ظاهرة التطفل في دورة حياة البلازموديوم



ثانيًا دورة حياة نبات من السراخس (الفوجير)

من أشهر الأمثلة على السراخس:
- نبات الفوجير المعروف كنبات زينة في المشاتل.
- نبات كزبرة البئر الذي ينمو على حواف الآبار والقنوات الظليلة.
- تعد دورة حياة نبات الفوجير مثالًا نموذجيًا لظاهرة تعاقب الأجيال حيث يتعاقب فيها طور جرثومي (٢ن) يتكاثر لاجنسيًا بالجراثيم مع طور مشيجي (ن) يتكاثر جنسيًا بالأمشاج.

نبات الفوجير



دورة حياة نبات الفوجير

أ الطور الجرثومي (٢ن)

١ تبدأ دورة حياة نبات الفوجير بالطور الجرثومي الذي يحمل على السطح السفلي لأوراقه بثرات بها حوافظ جرثومية تحتوي على العديد من الخلايا الجرثومية (٢ن).

٢ تنقسم الخلايا الجرثومية (٢ن) ميوزيًا لتكوين الجراثيم (ن).

٣ عند نضج الجراثيم تتحرر من الحوافظ الجرثومية وتحملها الرياح لمسافات بعيدة.

ب الطور المشيجي (ن)

٤ عندما تسقط الجرثومة على تربة رطبة تنبت مكونة عدة خلايا لا تلبث أن تتكتل وتتميز إلى جسم مفلطح ينمو على شكل قلبي فوق التربة الرطبة يعرف بالطور المشيجي، وهو يتميز بأن سطحه السفلي يوجد به ما يلي:

- **أشباه جذور:** تنمو على مؤخرة السطح السفلي للطور المشيجي كزوائد لامتصاص الماء والأملاح.
- **زوائد تناسلية:** تنمو على مقدمة السطح السفلي للطور المشيجي، وهي نوعان:
  - الأنثريديا Antheridia (ن): مناسل مذكرة تنتج الأمشاج المذكرة (السابحات المهدبة) (ن).
  - الأرشيجونيا Archegonia (ن): مناسل مؤنثة تنتج الأمشاج المؤنثة (البويضات) (ن).

٥ بعد نضج الأنثريديا تتحرر منه الأمشاج الذكرية (السابحات المهدبة) لتسبح فوق مياه التربة حتى تصل إلى الأرشيجونيا الناضجة وذلك لإخصاب البويضة بداخلها فتتكون اللاقحة (٢ن).

٦ تنقسم اللاقحة متميزة إلى نبات جرثومي جديد ينمو فوق النبات المشيجي.

٧ يعتمد النبات الجرثومي فترة قصيرة على النبات المشيجي حتى يكون لنفسه جذورًا وساقًا وأوراقًا.

٨ يتلاشى النبات المشيجي وينمو النبات الجرثومي ليعيد دورة الحياة.

- مما سبق يمكن المقارنة بين الطور الجرثومي والطور المشيجي في نبات الفوجير، كالتالي:

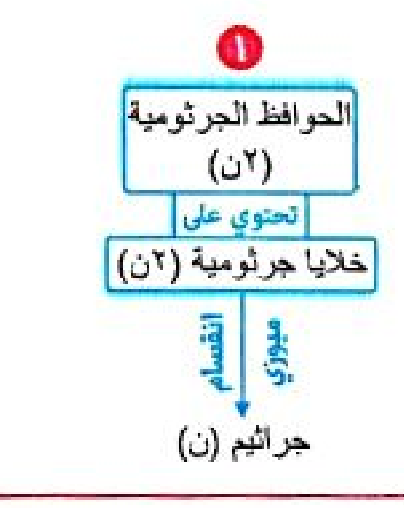
	الطور الجرثومي في نبات الفوجير	الطور المشيجي في نبات الفوجير
الشكل		
التركيب	يتكون من جذور عرضية وساق وريزومة وأوراق تحمل على سطحها السفلي بثرات بها حوافظ جرثومية تحتوي على العديد من الخلايا الجرثومية.	جسم مفلطح قلبي الشكل يحمل على مؤخرة سطحه السفلي أشباه جذور لامتصاص الماء والأملاح وتنمو على مقدمة نفس السطح زوائد تناسلية مذكرة (الأنثريديا) ومؤنثة (الأرشيجونيا).
المجموعة الصبغية	ثنائي المجموعة الصبغية (٢ن).	أحادي المجموعة الصبغية (ن).
طريقة التكوين	يتكون بالتكاثر الجنسي بإخصاب السابحة المهدبة (ن) للبويضة (ن) فتتكون اللاقحة (٢ن) التي تنقسم ميتوزيًا متميزة إلى نبات جرثومي.	يتكون من إنبات الجرثومة (ن)، أي أنه يتكون من تكاثر لاجنسي.
طريقة التكاثر	يتكاثر لاجنسيًا بالجراثيم التي تتكون بالانقسام الميوزي للخلايا الجرثومية (٢ن) في الحوافظ الجرثومية.	يتكاثر جنسيًا بالأمشاج المذكرة والمؤنثة التي تتكون بالانقسام الميتوزي في الزوائد التناسلية.
المصير	يستمر نمو الطور الجرثومي ليعيد دورة الحياة.	يتلاشى الطور المشيجي بعد نمو الطور الجرثومي.

- يمكن كذلك عقد مقارنة بين الأنثريديا والأرشيجونيا في نبات الفوجير، كالتالي:

	الأنثريديا ♂	الأرشيجونيا ♀
الشكل غير الناضج		
الشكل الناضج		
التعريف	المناسل المذكرة في النبات المشيجي للسراخس مثل (كزيرة البئر - الفوجير).	المناسل المؤنثة في النبات المشيجي للسراخس مثل (كزيرة البئر - الفوجير).
المكان	مقدمة السطح السفلي للنبات المشيجي.	مقدمة السطح السفلي للنبات المشيجي.
الوظيفة	تكوين السابحات المهدبة بالانقسام الميتوزي.	تكوين البويضات بالانقسام الميتوزي.

- ملحوظات:

١



٢ أهمية الماء في دورة حياة السراخس:

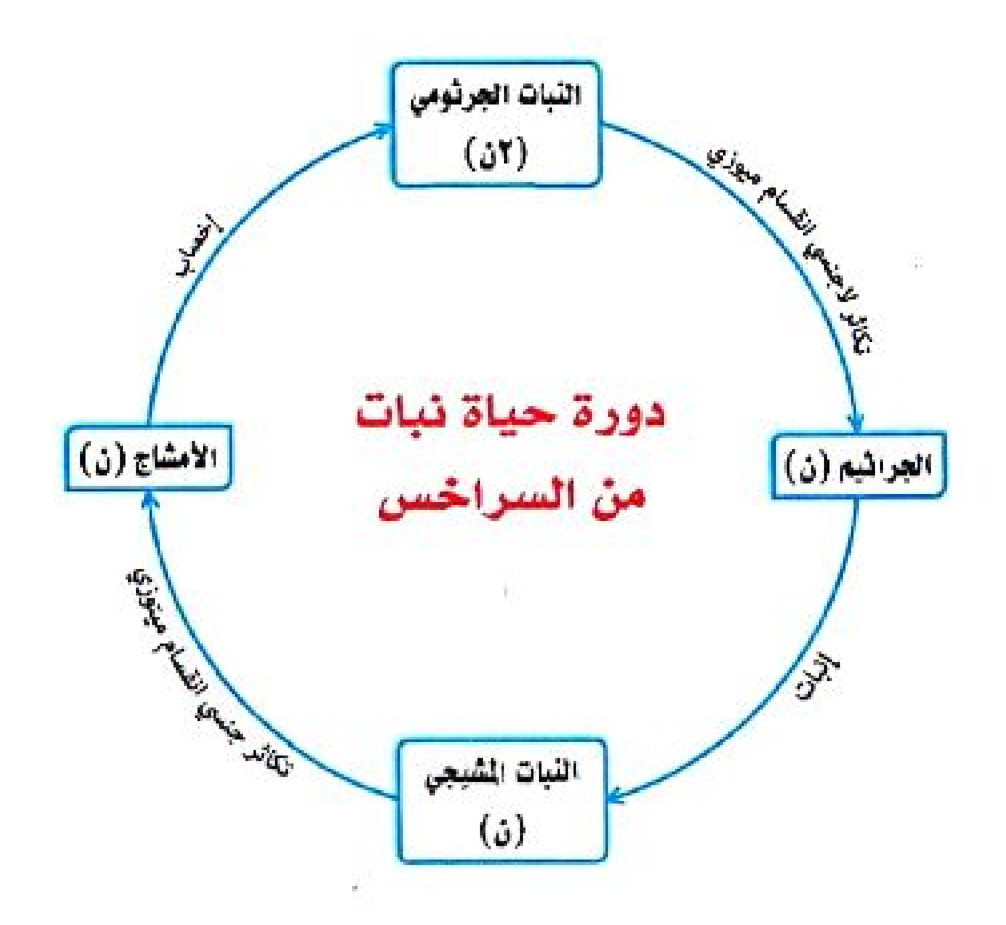
- يساعد على إنبات الجراثيم الناضجة بعد تحررها حيث تنبت مكونة كتلة من الخلايا لا تلبث أن تتكتل مكونة نبات مفلطح قلبي الشكل يعرف بالطور المشيجي.
- إتمام عملية الإخصاب حيث تسبح السابحات المهدبة فوق مياه التربة حتى تصل للأرشيجونيا الناضجة وذلك لإخصاب البويضة بداخلها فتتكون اللاقحة التي تنقسم متميزة إلى نبات جرثومي.

٣



- بلازموديوم الملاريا يتطفل على الإنسان وأنثى بعوضة الأنوفيليس.
- الطور الجرثومي النامي يتطفل على الطور المشيجي لفترة في دورة حياة السرخسيات كالفوجير.
- فيروس البكتيريوفاج يتطفل على البكتيريا. سيتم دراستها في الفصل الخامس

٤



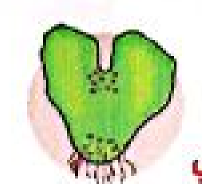
٥

جراثيم فطر عفن الخبز	جراثيم الفوجير
- أحادية المجموعة الصبغية (ن).	- أحادية المجموعة الصبغية (ن).
- تنتج من انقسام الخلايا الجرثومية (ن) انقسامًا ميتوزيًا.	- تنتج من انقسام الخلايا الجرثومية (٢ن) انقسامًا ميوزيًا.
- عند وصولها إلى وسط ملائم للنمو تمتص الماء ويتشقق جدارها وتنقسم عدة مرات ميتوزيًا حتى تنمو إلى فطر كامل جديد.	- عند وصولها إلى وسط ملائم للنمو تمتص الماء ويتشقق جدارها وتنبت مكونة طورًا مشيجيًا أحادي المجموعة الصبغية وليس طورا جرثوميًا جديدًا.

أداء ذاتي

١٦ أي الأجزاء النباتية التالية يعتمد عليها نبات الفوجير لإتمام تكاثره بالجراثيم ؟ ....
Ⓐ الجذور
Ⓑ الريزومة
Ⓒ السيقان
Ⓓ الأوراق





١٧ تنمو كزبرة البئر على حواف الآبار والقنوات الظليلة، يشترط وجود الماء لإتمام التكاثر الجنسي واللاجنسي في كزبرة البئر.
Ⓐ العبارتان صحيحتان وليس بينهما علاقة
Ⓑ العبارتان صحيحتان وبينهما علاقة
Ⓒ العبارة الأولى صحيحة والثانية خطأ
Ⓓ العبارة الأولى خطأ والثانية صحيحة

١٨ أي البدائل التالية لا ينتج عن انقسامها ميوزيًا تكوين أمشاج ؟ ....
Ⓐ انقسام الخلايا الجرثومية في الفوجير
Ⓑ انقسام نواة الزيجوسبور في طحلب الأسبيروجيرا
Ⓒ انقسام الطور الحركي لبلازموديوم الملاريا
Ⓓ جميع ما سبق

١٩ إلام تشير الصورة الموضحة بالشكل المقابل ؟ ....
Ⓐ مناسل فوجير مذكرة ناضجة جنسيا وجاهزة للإخصاب
Ⓑ مناسل فوجير مذكرة غير ناضجة جنسيا
Ⓒ مناسل فوجير مؤنثة ناضجة جنسيا وجاهزة للإخصاب
Ⓓ مناسل فوجير مؤنثة غير ناضجة جنسي

٢٠ أي البدائل التالية يكون فيها التكاثر الجنسي مصحوبا بتنوع في الصفات الوراثية ؟ ....
Ⓐ الاقتران الجانبي في طحلب الأسبيروجيرا
Ⓑ اندماج الأطوار المشيجية لبلازموديوم الملاريا
Ⓒ الاقتران السلمي في طحلب الأسبيروجيرا
Ⓓ اندماج أمشاج الطور المشيجي للفوجير

٢١ س ، ص ، ع ثلاث خلايا جرثومية لثلاثة كائنات مختلفة.
فإذا كانت س ، ص تنتج من انقسام ميتوزي والخلية ع هي لكائن ذاتي التغذية، فإن س ، ص ، ع على الترتيب هي جراثيم ....
Ⓐ عفن الخبز - الفوجير - البلازموديوم
Ⓑ الفوجير - البلازموديوم - عفن الخبز
Ⓒ الفوجير - عفن الخبز - البلازموديوم
Ⓓ البلازموديوم - عفن الخبز - الفوجير

٢٢ ادرس الشكل التخطيطي الذي يعبر عن دورة حياة ديدان البلهارسيا المتطفلة ثم حدد:



ما أهمية حدوث الظاهرة المعبر عنها الشكل ؟ ....
Ⓐ زيادة أعداد الأفراد والتنوع الوراثي.
Ⓑ زيادة عدد الأفراد والتكلفة البيولوجية.
Ⓒ ثبات الصفة الوراثية ومواجهة الظروف غير المناسبة.
Ⓓ نقص التكلفة البيولوجية وعدم التكيف مع التغيرات البيئية.



تكاثر جنسي رغم وجود فرد واحد.

- طحلب الأسبيروجيرا في حالة حدوث اقتران جانبي.
- النبات المشيجي في نبات الفوجير.
- الزهرة الخنثى. سيتم دراستها الدرس القادم



- الاقتران الجانبي في طحلب الأسبيروجيرا.
- التكاثر الجنسي بالأمشاج في الطور المشيجي في نبات الفوجير.
- التكاثر الجنسي بالأطوار المشيجية في بلازموديوم الملاريا.



- نواة الزيجوسبور تنتج أربع أنوية يتحلل منها ثلاثة وتبقى الرابعة تنقسم ميتوزيًا لإنبات خيط جديد في الأسبيروجيرا.
- الطور الحركي لبلازموديوم الملاريا تنتج كيس بيض.
- الخلايا الجرثومية في الفوجير تنتج جراثيم.



- الميروزويتات تنقسم ميتوزيًا وتنتج الأطوار المشيجية (ن) التي تندمج بعد نضجها لتكون اللاقحة.
- الأنثريديا (ن) تنقسم ميتوزيًا لتنتج السابحات المهدبة (ن)، والأرشيجونيا (ن) تنقسم ميتوزيًا لتنتج البويضات (ن) التي تندمج مع السابحات المهدبة (ن) مكونة اللاقحة (٢ن).



- التوالد البكري الطبيعي في ملكة نحل العسل.
- التوالد البكري الصناعي كما في (الضفدعة، نجم البحر، الأرانب).
- التكاثر بالجراثيم في الطور الجرثومي للفوجير.



التكاثر في النباتات الزهرية | الدرس 3

التمهيد

- **مملكة النبات**
  - طحالب راقية
  - نباتات لاوعائية
  - نباتات وعائية
    - سرخسيات مثل: كزبرة البئر والفوجير.
    - معراة البذور (المخروطيات) مثل: الصنوبر.
    - مغطاة البذور (نباتات زهرية)
      - ذات فلقة واحدة مثل: القمح والذرة.
      - ذات فلقتين مثل: الفول والبسلة والقطن.

الشرح

خصائص النباتات الزهرية

1. مجموعة من النباتات البذرية تعرف بـ **مغطاة البذور**؛ لأن بذورها تنشأ داخل **غلاف ثمري**.
2. تنتشر في البيئات المختلفة.
3. تتفاوت في الحجم من أعشاب صغيرة إلى أشجار ضخمة.
4. تمتلك عضو تكاثر متخصص يعرف بـ«**الزهرة Flower**».

الزهرة

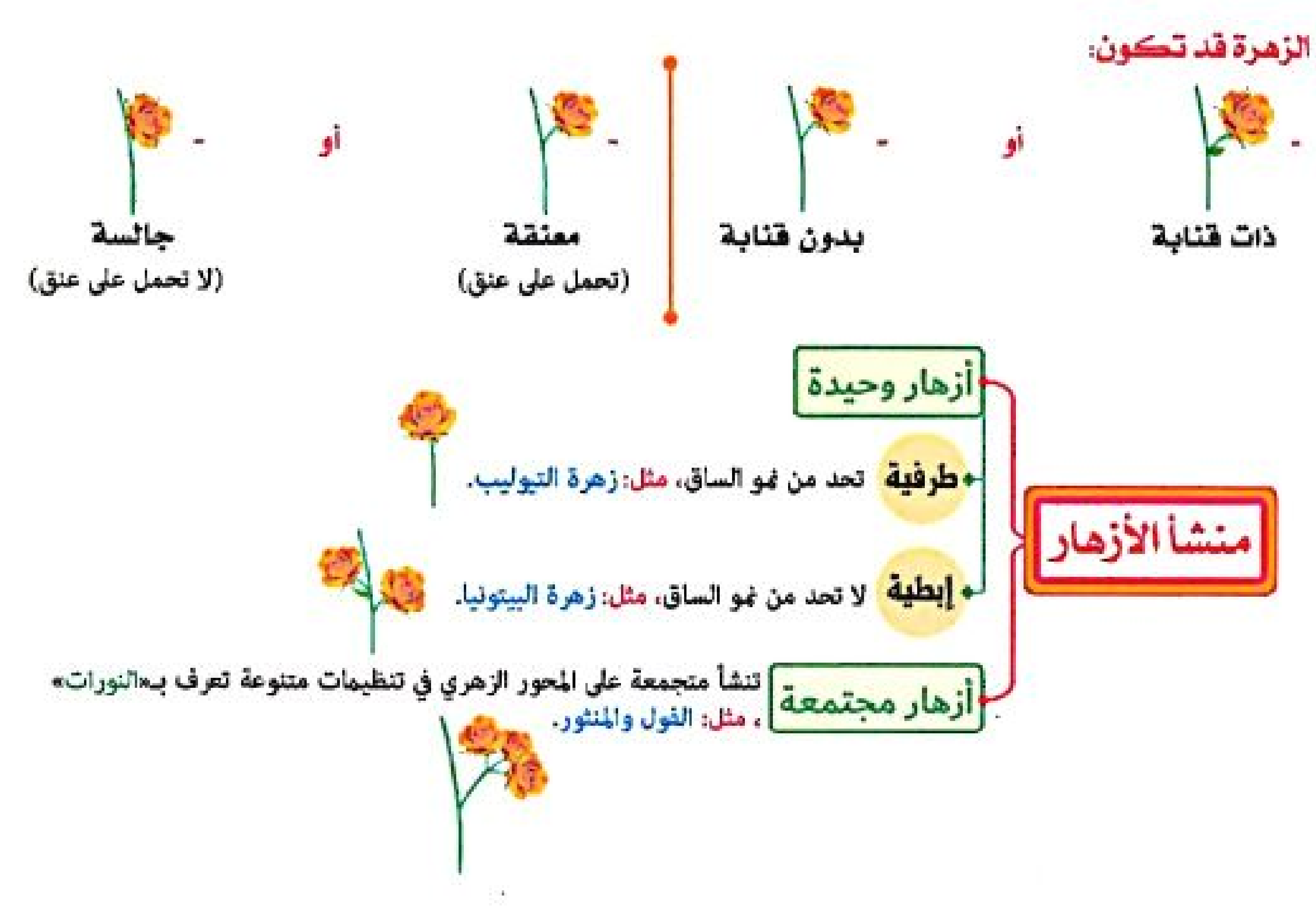
الزهرة Flower

عضو التكاثر الجنسي في النباتات الزهرية، وهي ساق قصيرة تحورت أوراقها لتكوين الأجزاء الزهرية المختلفة.

القنابة Bract

ورقة تخرج من إبطها الزهرة تختلف في الشكل واللون من نبات لآخر قد تكون خضراء أو حرشفية أو غير ذلك.

الزهرة قد تكون:

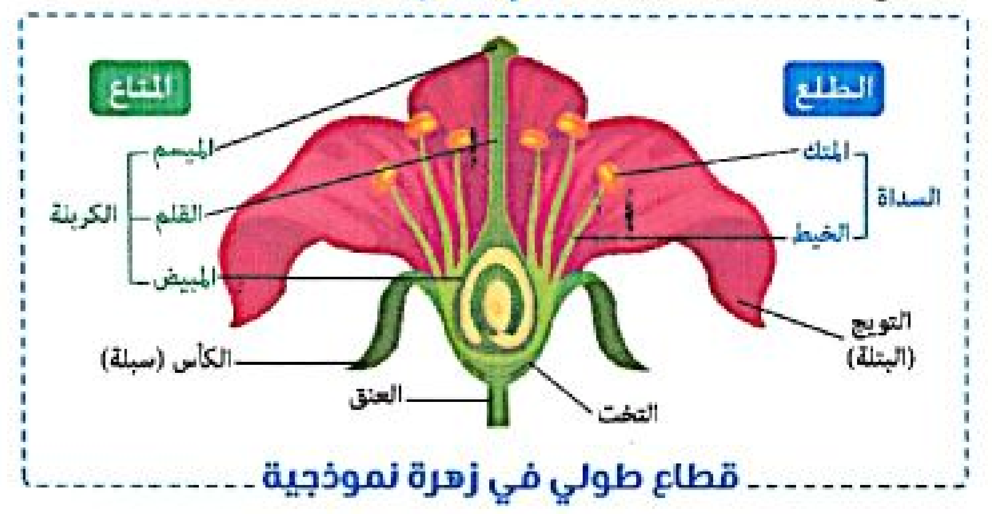


النورات

تجمعات من الأزهار على المحور الزهري في تنظيمات متنوعة.

تركيب الزهرة

تتركب الزهرة النموذجية أو الكاملة (الخنثى)، مثل: **الفول، التفاح، البصل، البيتونيا** من أربعة محيطات زهرية تتبادل أوراق كل منها مع أوراق المحيط الذي يليه، **وهي كالتالي:**



قطاع طولي في زهرة نموذجية

مقارنة بين تراكيب الزهرة النموذجية:

	التكوين	الوظيفة
الكأس (المحيط الخارجي للزهرة)	- يتكون من: أوراق خضراء تسمى السبلات Sepals.	♦ حماية أجزاء الزهرة الداخلية من عوامل الجفاف أو الأمطار أو الرياح.
التويج (يلي الكأس للداخل)	- يتكون من: صف واحد أو أكثر من أوراق ملونة تسمى البتلات Petals.	♦ حماية الأجزاء الجنسية للزهرة. ♦ جذب الحشرات لإتمام عملية التلقيح.
الطلع (عضو التذكير في الزهرة يلي التويج للداخل)	- يتكون من: أوراق متعددة تسمى الأسدية Stamens كل منها مكون من: • الخيط Filament: يحمل على قمته انتفاخًا يسمى المتك. • المتك Anther: يحتوي على أربعة أكياس من حبوب اللقاح.	♦ إنتاج حبوب اللقاح (تحوي الأمشاج المذكرة). سداة
المتاع (عضو التأنيث في الزهرة وهو يقع في مركزها)	- يتكون من: كربلة Carpel واحدة أو أكثر قد تلتحم أو تبقى منفصلة، وقد تحتوي غرفة واحدة أو أكثر وكل منها عبارة عن: • المبيض Ovary: قاعدة الكربلة وهي منتفخة تحتوي على البويضات. • القلم Style: عنق رفيع يعلو المبيض وينتهي بالميسم. • الميسم Stigma: قرص لزج تلتصق عليه حبوب اللقاح.	♦ إنتاج البويضات (الأمشاج المؤنثة). الميسم القلم المبيض كربلة

ملحوظة:
- يصعب تمييز أوراق الكأس عن التويج في أزهار معظم نباتات الفلقة الواحدة، مثل: البصل والتيوليب.. بسبب التحام المحيطين الخارجيين معًا (الكأس والتويج) ليكونا ما يُعرف بـ«غلاف زهري Perianth».

الزهرة النموذجية (الزهرة الكاملة أو الزهرة الخنثى)

زهرة تحتوي على أربع محيطات زهرية (كأس - تويج - طلع - متاع) حيث تتبادل أوراق كل محيط مع أوراق المحيط الذي يليه مثل زهرة الفول. التفاح. البصل. البيتونيا.

أداء ذاتي

1 أي العبارات التالية صحيحة عن النباتات الزهرية ؟ ....
(أ) تكون بذورًا بدون ثمار
(ب) تتكاثر لاجنسيا بالجراثيم وجنسيا بالأمشاج
(ج) تنشأ بذورها داخل غلاف ثمري
(د) توجد في البيئات الرطبة فقط

2 جميع العبارات التالية صحيحة ماعدا ....
(أ) القنابة قد تكون خضراء أو حرشفية
(ب) أزهار نبات البيتونيا لا تحد من نشاط القمم النامية للساق
(ج) التيوليب من النباتات مغطاة البذور ذوات الفلقتين
(د) تنشأ أزهار نبات الفول في نورات

3 الشكل المقابل يوضح نورتين أ و ب.
ما وجه الاختلاف بينهما ؟ ....
(أ) عدد الأزهار
(ب) تركيب الأزهار
(ج) شكل النورة
(د) جميع ما سبق

(أ) (ب)

4 أي العبارات التالية صحيحة عن القنابة ....
(أ) تخرج من طرفها الزهرة
(ب) لها نفس اللون والشكل في نفس النبات
(ج) جميع الأزهار تحتوي على قنبة
(د) لها نفس اللون والشكل في جميع النباتات

5 أي الأشكال التالية تعبر بشكل صحيح عن ترتيب المحيطات الزهرية في زهرة نبات البيتونيا في القطاع العرضي ؟ ....

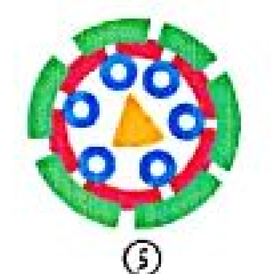
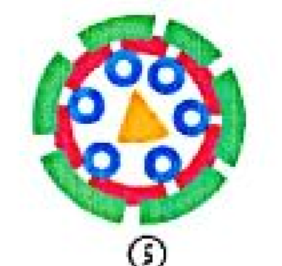
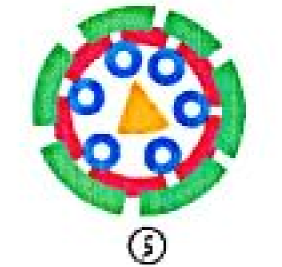
كأس — تويج — طلع — متاع









(أ) (ب) (ج) (د)

6 يتكون التويج من أوراق ملونة، يسهم التويج في عملية التلقيح لتكوين الثمار.
(أ) العبارتان صحيحتان وليس بينهما علاقة
(ب) العبارتان صحيحتان وبينهما علاقة
(ج) العبارة الأولى صحيحة والثانية خطأ
(د) العبارة الأولى خطأ والثانية صحيحة

7 جميع العبارات التالية صحيحة عن نبات الفول ماعدا ....
(أ) يتكاثر جنسيًا عن طريق تكوين الأزهار
(ب) تنشأ بذوره داخل غلاف زهري
(ج) يتبع شعبة النباتات الوعائية
(د) تحتوي أزهاره على ٤ محيطات زهرية

وظائف الزهرة

1 إنتاج حبوب اللقاح عن طريق الطلع.
2 إنتاج البويضات عن طريق المتاع.
3 التلقيح والإخصاب.
4 تكوين الثمار والبذور.

1 إنتاج حبوب اللقاح عن طريق الطلع

عند فحص قطاع عرضي في متك ناضج لأحد الأسدية كبيرة الحجم كما في الزنبق نشاهد أن المتك يحتوي على أربعة أكياس لحبوب اللقاح يتم فيها تكوين حبوب اللقاح، كالتالي:

أ) أثناء نمو الزهرة تكون هذه الأكياس (قبل أن تتكون حبوب اللقاح) مليئة بخلايا كبيرة الأنوية تحتوي على عدد زوجي من الصبغيات (٢ن) تسمى **الخلايا الجرثومية الأمية**.

ب) تنقسم كل خلية جرثومية أمية (٢ن) انقسامًا ميوزيًا لتكون أربع خلايا بكل منها عدد فردي من الصبغيات (ن) تسمى **«الجراثيم الصغيرة Microspores»**.

ج) تنقسم نواة كل جرثومة صغيرة انقسامًا ميتوزيًا إلى نواتين تعرف إحداهما بـ**«النواة الأنبوبية Tube nucleus»** والأخرى بـ**«النواة المولدة Generative nucleus»** وبذلك تتكون حبة اللقاح ثم يتغلظ غلافها مكونًا جدار سميك لحمايتها، وبذلك ينتج عن كل خلية جرثومية أمية (٢ن) أربع حبوب لقاح ناضجة (ن).

د) يصبح المتك ناضجًا، ويتحلل الجدار الفاصل بين كل كيسين متجاورين وتتفتح الأكياس وتصبح حبوب اللقاح جاهزة للانتشار.

(قطاع عرضي في متك)
أكياس حبوب اللقاح
خلية جرثومية أمية (٢ن)
انقسام ميوزي
٤ جراثيم صغيرة (ن)
تنفصل إلى
انقسام ميتوزي للنواة
نواة مولدة
حبوب لقاح (ن)
نواة أنبوبية
جدار سميك
مراحل نضج المتك


تطبيقات

• ١ خلية جرثومية أمية (٢ن) ← انقسام ميوزي ← ٤ جراثيم صغيرة (ن) ← انقسام ميتوزي للنواة ← ٤ حبوب لقاح (ن) ← ٤ أنوية أنبوبية (ن) / ٤ أنوية مولدة (ن) ← انقسام ميتوزي ← ٨ أنوية ذكرية (ن)

• كل متك يحتوي على ٤ أكياس حبوب لقاح، وكل كيس يحتوي على عدد معين من الخلايا الجرثومية الأمية.

٢ إنتاج البويضات عن طريق المتاع

شكل البويضة: تظهر كانتفاخ بسيط على الجدار الداخلي للمبيض.

تركيب البويضة:

تحتوي كل بويضة على **خلية جرثومية أمية كبيرة (٢ن)**، **ومع نمو البويضة:**

- **يتكون عنق أو حبل سري Funicle** يصلها بجدار المبيض وتصل إليها من خلاله المواد الغذائية.
- يتكون حولها غلافان **Integuments** يحيطان بها تمامًا ما عدا ثقب صغير يسمى النقير **Micropyle** يتم من خلاله إخصاب البويضة ثم دخول الماء إلى البذرة عند الإنبات.

خطوات تكوين المشيج المؤنث

تتكون داخل البويضة خلية تسمى خلية البيضة وتعتبر المشيج المؤنث في النباتات الزهرية وتتكون كالتالي:

أ) تنقسم الخلية الجرثومية الأمية (٢ن) ميوزيًا لتعطي صفًا من أربع خلايا بكل منها عدد فردي من الصبغيات (ن).

ب) تتحلل ثلاثة من هذه الخلايا وتبقى واحدة تنمو بسرعة مكونة الكيس الجنيني Embryo-sac الذي يحيط به نسيج غذائي يسمى **«النيوسيلة Nucellus»**.

ج) تنقسم نواة الكيس الجنيني ميتوزيًا ثلاث مرات لإنتاج ٨ أنوية، تهاجر كل ٤ منها إلى أحد طرفي الكيس الجنيني.

د) تنتقل واحدة من كل أربعة أنوية إلى وسط الكيس وتعرفان بـ**«النواتين القطبيتين Polar Nuclei»**.

هـ) تحاط كل نواة من الثلاث الباقية في كل طرف بكمية من السيتوبلازم وغشاء رقيق لتتكون ثلاث خلايا.

و) تنمو من الثلاث خلايا القريبة من النقير واحدة وسطية لتصبح خلية البيضة وتعرف الخليتان الموجودتان على جانبيها بـ**«الخليتين المساعدتين Synergids»**، كما تعرف الخلايا الثلاث البعيدة عن النقير بـ**«الخلايا السمتية Antipodal cells»**، وبذلك تكون خلية البيضة جاهزة للإخصاب.

البويضة — خلية جرثومية أمية — حبل سري — نقير — انقسام ميوزي — ٣ خلايا جرثومية (ن) — انقسام ميتوزي (٣ مرات) — ٨ أنوية — تغيرات تحدث داخل الكيس الجنيني — خليتان مساعدتان — خلايا سمتية — الكيس الجنيني — خلية البيضة — نواتا الكيس الجنيني (ن) + (ن)

مراحل نضج المبيض

ميسم — قلم — مبيض — أغلفة البويضة — البويضة — الكيس الجنيني — النقير — خلية البيضة — الحبل السري — السرة — خليتان مساعدتان — نواتا الكيس الجنيني — خلايا سمتية

قطاع طولي في مبيض ناضج

خلايا سمتية — خليتان مساعدتان — أغلفة البويضة — البويضة — الكيس الجنيني — السرة — الحبل السري — خلية البيضة (ن) — نواتا الكيس الجنيني (ن) + (ن)

قطاع طولي في بويضة ناضجة

تطبيقات

- ١ خلية جرثومية أمية (٢ن) ← انقسام ميوزي ← ٤ خلايا جرثومية (ن) ← ١ خلية الكيس الجنيني / ٣ خلايا جرثومية تتحلل
- ١ خلية الكيس الجنيني ← انقسام ميتوزي للنواة ٣ مرات ← ٨ أنوية ← ٣ خلايا سمتية / ٢ نواة قطبية / ١ خلية البيضة / ٢ خلايا مساعدة

أداء ذاتي

٨) أي الأشكال البيانية التالية تعبر عن التغير الصبغي الحادث في متك نبات القمح أثناء تكوين حبوب اللقاح ؟ ....

(أ) (ب) (ج) (د) — عدد الصبغيات / الزمن

٩) عدد الأنوية الأنبوبية المتكونة في متك ناضج علمًا بأن كل كيس يحتوي على ٢٠ خلية جرثومية أمية يساوي ....

(أ) ٨٠ (ب) ١٦٠ (ج) ٣٢٠ (د) ٦٤٠

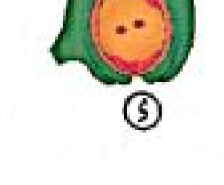
١٠) تتشابه حبوب اللقاح مع جراثيم فطر عفن الخبز في ....

(أ) نوع التكاثر (ب) نوع الانقسام الخلوي (ج) وجود جدار سميك للحماية (د) عدد الصبغيات

١١) كل ما يلي يعبر عن بويضة غير جاهزة للإخصاب ماعدا ؟ ....

(أ) (ب) (ج)





(د)

١٢) أي العبارات التالية صحيحة عن النباتات الزهرية ؟ ....

(أ) تحاط البويضة إحاطة تامة بأغلفة لحمايتها
(ب) تتصل البويضة بجدار المبيض من خلال القلم
(ج) تعتبر خلية البيضة المشيج المؤنث
(د) الأولى والثالثة

٣ التلقيح والإخصاب

أ عملية التلقيح في النباتات الزهرية

عملية انتقال حبوب اللقاح من المتك إلى ميسم الزهرة.

أنواع التلقيح:

	التلقيح الذاتي	التلقيح الخلطي
الشكل التوضيحي		
المفهوم	انتقال حبوب اللقاح من متك الزهرة إلى ميسم نفس الزهرة أو ميسم زهرة أخرى على نفس النبات وهو الأقل شيوعًا.	انتقال حبوب اللقاح من متك الزهرة إلى ميسم زهرة أخرى على نبات آخر من نفس النوع وهو الأكثر شيوعًا.
التنوع الوراثي	أقل تنوعًا.	أكثر تنوعًا.
شرط الحدوث	**تكون الأزهار خنثى بشرط:** - نضج شقي الأعضاء الجنسية في نفس الوقت. - أن يكون مستوى المتك مرتفعًا عن مستوى الميسم.	١ **تكون الأزهار خنثى بشرط:** - نضج أحد شقي الأعضاء الجنسية قبل الآخر. - أن يكون مستوى المتك منخفضًا عن مستوى الميسم. ٢ **أن تكون الأزهار وحيدة الجنس (مذكرة أو مؤنثة).**
الدور البيولوجي	♦ توفير الخلايا الذكرية (بواسطة حبوب اللقاح) اللازمة لعملية إخصاب البويضة لتكوين البذرة. ♦ تحفيز نشاط الأوكسينات اللازمة لنمو المبيض إلى ثمرة ناضجة (حتى في حالة عدم حدوث إخصاب).	

وسائل نقل حبوب اللقاح في التلقيح الخلطي:

١- الهواء (عادة في الأزهار المتدلية كبيرة المتك).
٢- الماء (عادة في النباتات المائية غالبًا).
٣- الحشرات (عادة في الأزهار الملونة جذابة الرائحة).
٤- الإنسان (عادة في كما في النخيل).

أداء ذاتي

١٣ الزهرة الموضحة بالشكل المقابل زهرة خنثى، نوع التلقيح السائد فيها ذاتي ....

(أ) العبارتان صحيحتان وليس بينهما علاقة
(ب) العبارتان صحيحتان وبينهما علاقة
(ج) العبارة الأولى صحيحة والثانية خطأ
(د) العبارة الأولى خطأ والثانية صحيحة

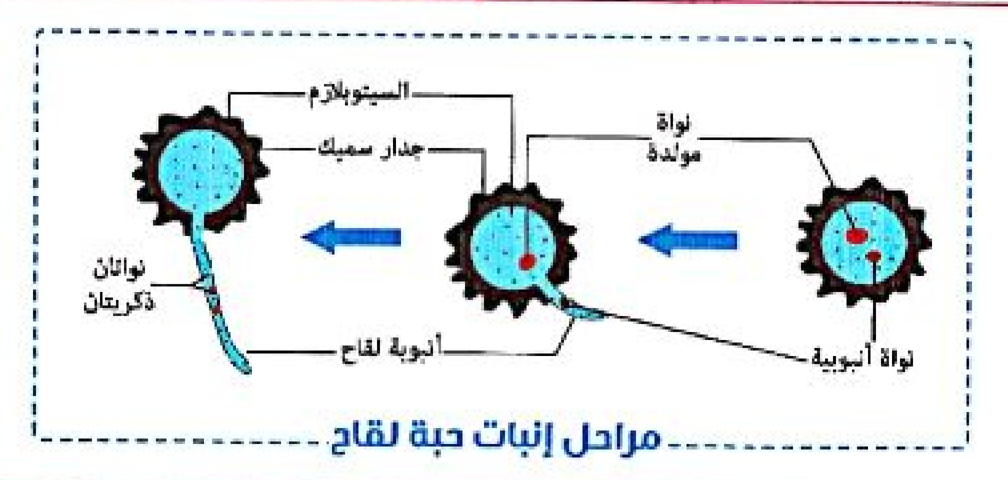
ب عملية الإخصاب في النباتات الزهرية

تشمل عملية الإخصاب خطوتين هامتين:

١ إنبات حبة اللقاح.

عندما تسقط حبة اللقاح على ميسم نبات من نفس النوع يحدث الآتي:

النواة الأنبوبية	النواة المولدة
تكون أنبوبة لقاح تخترق الميسم والقلم حتى تصل إلى موقع ثقب النقير في المبيض ثم تتلاشى النواة الأنبوبية.	تنقسم انقسامًا ميتوزيًا مكونة نواتين ذكريتين داخل حبة اللقاح النابتة.

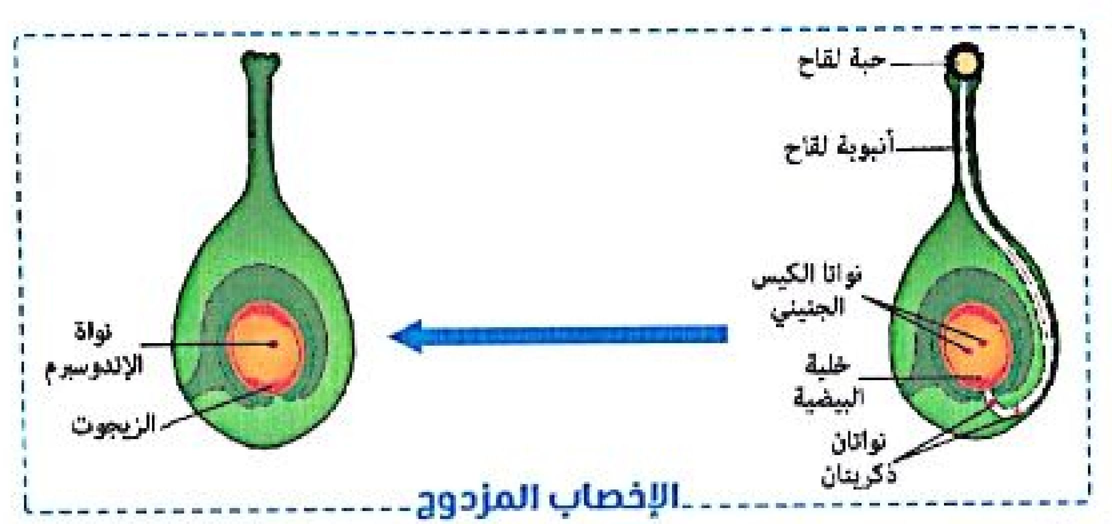


مراحل إنبات حبة لقاح

٢ الإخصاب المزدوج:

يتم على مرحلتين، هما:

إخصاب خلية البيضة	الاندماج الثلاثي
♦ تنتقل النواة الذكرية الأولى (ن) من حبة اللقاح إلى البويضة من خلال أنبوبة اللقاح. ♦ تندمج مع نواة خلية البيضة (ن) فيتكون زيجوت (٢ن). ♦ ينقسم ميتوزيًا مكونًا جنينًا.	♦ تنتقل النواة الذكرية الثانية (ن) من حبة اللقاح إلى البويضة. ♦ تندمج النواة الذكرية مع النواة الناتجة من اندماج نواتي الكيس الجنيني (٢ن) لتكوين نواة الإندوسبرم (٣ن). ♦ تنقسم نواة الإندوسبرم ميتوزيًا لتعطي نسيج الإندوسبرم الذي يغذي الجنين في مراحل نموه الأولى داخل البذرة ويبقى هذا النسيج خارج الجنين، فيشغل بذلك جزءًا من البذرة.
نواة ذكرية (ن) + نواة البيضة (ن) ←(إخصاب) زيجوت (٢ن) ←(انقسام ميتوزي) جنين (٢ن)	نواة ذكرية (ن) + نواتا الكيس الجنيني (ن) + (ن) ←(اندماج ثلاثي) نواة الإندوسبرم (٣ن)



الإخصاب المزدوج

الإخصاب المزدوج

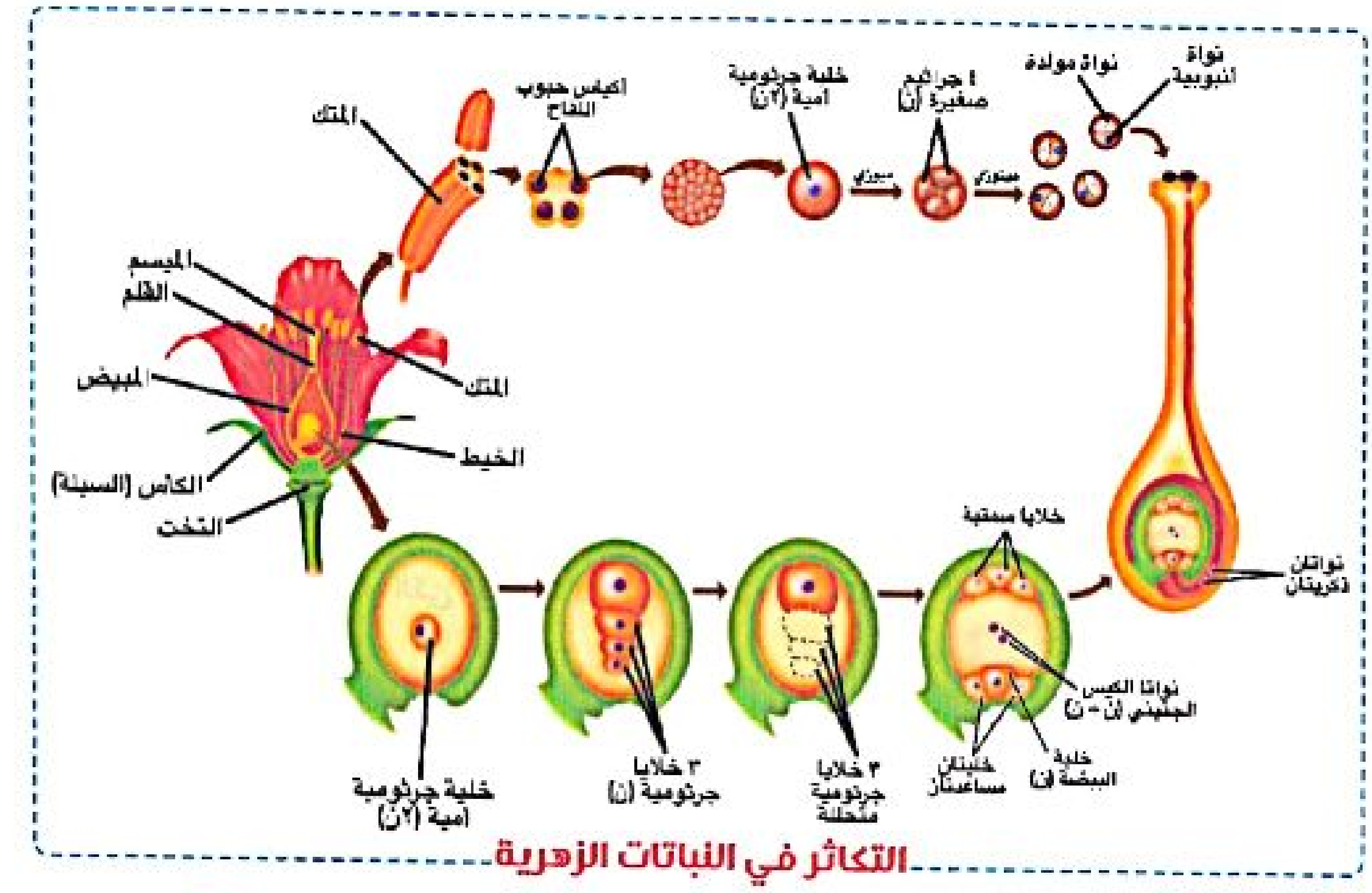
اندماج إحدى النواتين الذكريتين (ن) من حبة اللقاح مع نواة خلية البيضة (ن) لتكوين الزيجوت (٢ن) الذي ينقسم ميتوزيًا مكونًا الجنين (٢ن). **واندماج** النواة الذكرية الأخرى (ن) مع النواة الناتجة من اندماج نواتي الكيس الجنيني (النواتان القطبيتان) كل منهما (ن) لتكوين نواة الإندوسبرم (٣ن) التي تنقسم ميتوزيًا لتعطي نسيج الإندوسبرم.

- مقارنة بين النباتات الزهرية والنباتات السرخسية:

النباتات الزهرية	النباتات السرخسية
- تتكاثر جنسيًا عن طريق الزهرة.	- تتكاثر جنسيًا بالأمشاج الناتجة من انقسام ميتوزي.
- تكون ثمار بداخلها بذور.	- لا تكون ثمار ولا بذورًا وإنما تكون جراثيم.
- التلقيح في النباتات الزهرية توفر الخلايا الذكرية اللازمة لإخصاب البويضة لتكوين البذرة كما تحفز نشاط الأوكسينات اللازمة لنمو المبيض إلى ثمرة ناضجة حتى لو لم يحث إخصاب.	- التلقيح في النباتات السرخسية يؤدي إلى حدوث الإخصاب فقط لتكوين نبات جرثومي يعيد دورة الحياة من جديد.
- الإخصاب في النباتات الزهرية إخصاب مزدوج تندمج فيه إحدى النواتين الذكريتين من حبة اللقاح مع نواة خلية البيضة لتكوين زيجوت ينقسم ميتوزيًا مكونًا الجنين، وتندمج النواة الذكرية الأخرى مع النواة الناتجة من اندماج نواتي الكيس الجنيني.	- الإخصاب في النباتات السرخسية يتم بانتقال السابحات المهدبة فوق مياه التربة إلى البويضة داخل الأرشيجونيا الناضجة لتكوين زيجوت ينقسم ميتوزيًا.
- تنتج خلية الإندوسبرم ونواتها (٣ن) تنقسم لتكوين نسيج إندوسبرم.	- ينتج طور جرثومي جديد.

استنتاجات

- **تتكون الأمشاج (المذكرة أو المؤنثة) في النباتات الزهرية بانقسام ميوزي يليه انقسام ميتوزي.**
- **المشيج المؤنث في النباتات الزهرية خلية البيضة وليس البويضة.**



التكاثر في النباتات الزهرية

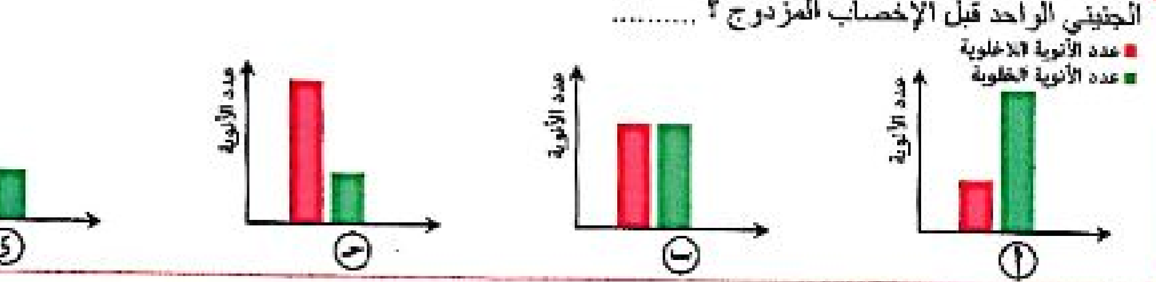
أداء ذاتي

١٤ **في الشكل المقابل:**
أي البدائل التالية صحيحة عن نوع التلقيح السائد في كل من الزهرتين A,B ؟ ....

	نوع التلقيح السائد في الزهرة A	نوع التلقيح السائد في الزهرة B
(أ)	ذاتي	خلطي بواسطة الحشرات
(ب)	خلطي بواسطة الرياح	خلطي بواسطة الحشرات
(جـ)	خلطي بواسطة الحشرات	خلطي بواسطة الماء
(د)	خلطي بواسطة الحشرات	خلطي بواسطة الرياح

١٥ عدد الخلايا المساعدة في الكيس الجنيني الواحد بعد الإخصاب المزدوج يساوي ....
(أ) صفر (ب) ١ (جـ) ٢ (د) ٣

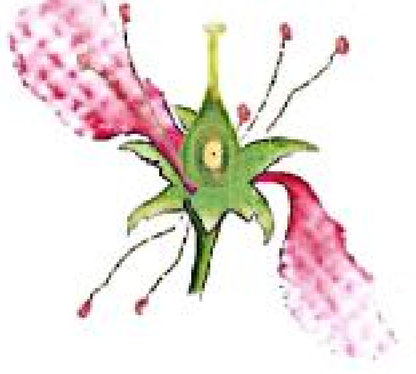
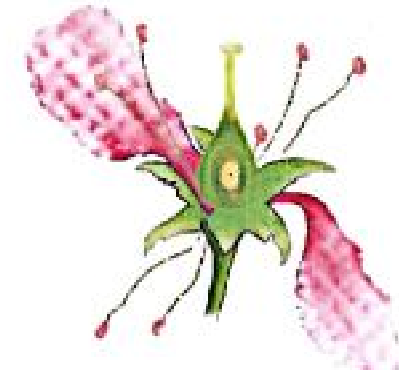
١٦ أي الأشكال البيانية التالية تعبر عن النسبة بين عدد الأنوية الخلوية وعدد الأنوية غير الخلوية في الكيس الجنيني الواحد قبل الإخصاب المزدوج ؟ ....



٤ تكوين الثمار والبذور

بعد حدوث الإخصاب:

يذبل	يبقى
• الكأس • التويج • الطلع • القلم • الميسم	• المبيض

لكن هناك بعض الثمار التي تحتفظ بأجزاء من الزهرة، مثل:

♦ ثمرة الرمان

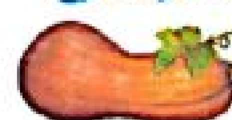


تبقى بها أوراق الكأس والأسدية

♦ ثمرة الباذنجان

تبقى بها أوراق الكأس

♦ ثمرة القرع



تبقى بها أوراق التويج

♦ البلح



تبقى بها أوراق الكأس

أ تكوين الثمرة

- يختزن المبيض الغذاء فيكبر في الحجم وينضج متحولاً إلى ثمرة بفعل الهرمونات (أوكسينات) التي يفرزها المبيض.
- يصبح جدار المبيض غلافًا للثمرة.
- قد تكون نتيجة التلقيح فقط أو التلقيح والإخصاب معًا.

يوجد نوعان من الثمار:

ثمرة حقيقية	ثمرة كاذبة
هي الثمرة التي يتشحم فيها المبيض بالغذاء بفعل الهرمونات (الأوكسينات) التي يفرزها المبيض. **مثل:** الباذنجان والرمان والقرع والبلح.	هي الثمرة التي يتشحم فيها أي جزء غير مبيضها بالغذاء. **مثل:** ثمرتي التفاح والفراولة، حيث يتشحم فيهما التخت وهو ما يؤكل.

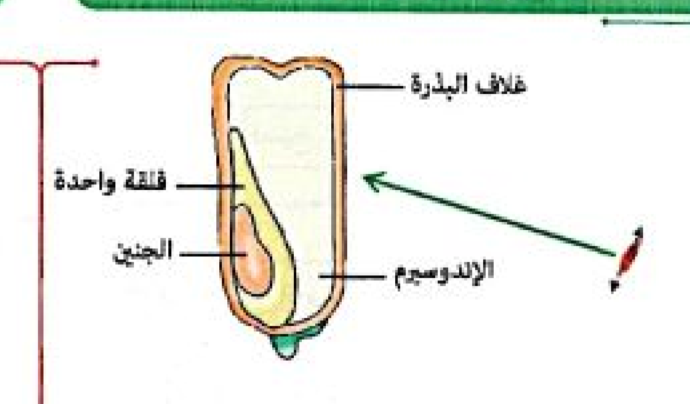
الثمرة الكاذبة

ب تكوين البذرة

- تتكون نتيجة إخصاب البيضة والاندماج الثلاثي ثم تتحلل الخليتان المساعدتان والخلايا السمتية ويبقى ثقب النقير ليدخل منه الماء إلى البذرة عند الإنبات.
- يصبح جدار البويضة غلافًا للبذرة.
- تتكون نتيجة الإخصاب المزدوج ولا تتكون نتيجة التلقيح فقط.

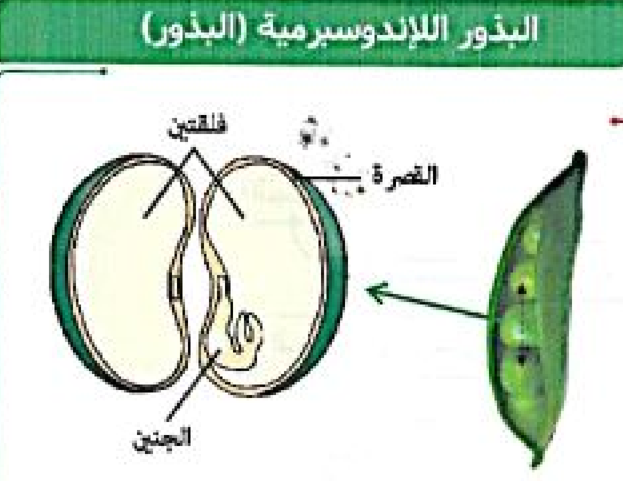
- يوجد نوعان من البذور:

البذور الإندوسبرمية (الحبوب)



♦ بذور ذات فلقة واحدة.
♦ يحتفظ الجنين بالإندوسبرم فيظل موجودًا بها.
♦ تلتحم أغلفة المبيض مع أغلفة البويضة لتكوين ثمرة بها بذرة واحدة تعرف بـ«الحبة».
♦ يصعب فصل الثمرة عن البذرة.
♦ يحصل الجنين على الغذاء أثناء الإنبات من تحلل الإندوسبرم.
♦ **مثل:** القمح والذرة.

البذور اللاإندوسبرمية (البذور)



♦ بذور ذات فلقتين.
♦ يتغذى الجنين على الإندوسبرم أثناء تكوينه فيضطر النبات إلى تخزين غذاء آخر للجنين في فلقتين.
♦ تتصلب الأغلفة البيضية لتكوين القصرة وتعرف بالبذرة.
♦ يسهل فصل الثمرة عن البذرة.
♦ يحصل الجنين على الغذاء أثناء الإنبات من التحلل المائي للبروتين في الفلقتين.
♦ **مثل:** الفول والبسلة.

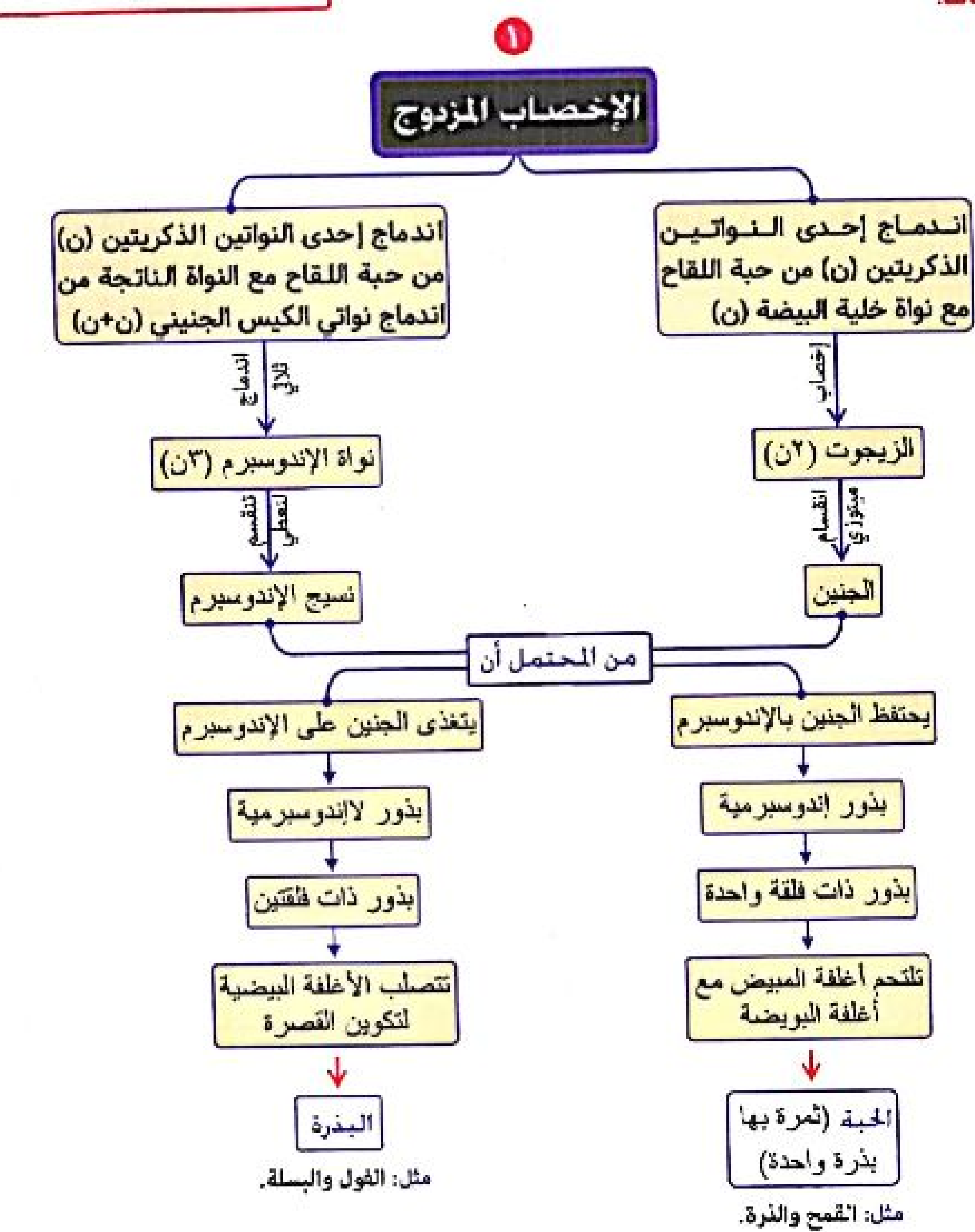
ملحوظة

- يؤدي نضج الثمار والبذور (غالبًا) إلى تعطيل النمو الخضري للنبات وأحيانًا إلى موته خاصته في النباتات الحولية بسبب:
  1- استهلاك المواد الغذائية المختزنة.
  2- تثبيط نشاط الهرمونات أثناء تكوين الثمار والبذور.

تنويه

النبات الحولي هو نبات يعيش لموسم زراعي واحد يكمل دورة حياته في أقل من سنة، وهو إما أحادي الحول مثل القمح والذرة والشعير أو ثنائي الحول مثل البصل والثوم، ويقابله النبات المعمر وهو الذي يعيش أكثر من عامين.

- مخططات:





المحيطات الزهرية	يذبل الكأس والتويج والطلع والمتاع عدا المبيض. قد تحتفظ بعض الثمار بأجزاء منها (الباذنجان والبلح والرمان والقرع).		
جدار المبيض	يصبح	غلافًا للثمرة.	
جدار البويضة	يصبح	غلافًا للبذرة.	
المبيض	يصبح	ثمرة.	
البويضة	يصبح	بذرة	إندوسبرمية (حبة). لاإندوسبرمية (بذرة).
خلية البيضة	يصبح	جنين.	
نواتا الكيس الجنيني	يصبح	نسيج الإندوسبرم	يبقى في الحبوب. يستهلك في البذور.
الخلايا السمتية الخليتان المساعدتان	تتحلل		
النقير	يبقى ليدخل منه الماء إلى البذرة عند الإنبات.		

استنتاجات

- عدد الثمار = عدد المبايض.
- عدد البذور = عدد البويضات المخصبة.
- عدد الأنوية التي تشارك في تكوين البذرة أو الحبة = ٥ أنوية (٢ نواتا الكيس الجنيني، ١ نواة البيضة، ٢ نواتي ذكريتين)
- عدد البويضات المخصبة في زهرة النباتات التي تحتوي على بذرة واحدة مثل (المشمش - المانجو) = ١
- عدد المجموعات الصبغية داخل الكيس الجنيني قبل الإخصاب = ٨ مجموعات (٢ مساعدة، ٣ سمتية، ٢ قطبية، ١ بيضة)

الإثمار العذري Parthenocarpy

تكوين ثمار بدون بذور لأنها تتكون بدون إخصاب ولا يعتبر تكاثرًا.

أنواعه:

1 **طبيعي:** كما في الموز والأناناس.







2 **صناعي:** يتم بطريقتين:
- رش مياسم الأزهار بخلاصة حبوب اللقاح (حبوب لقاح مطحونة في الإثير الكحولي)..
- استخدام أندول أو نافثول حمض الخليك..

؛ لتنبيه المبيض لتكوين ثمرة ناضجة.

أداء ذاتي

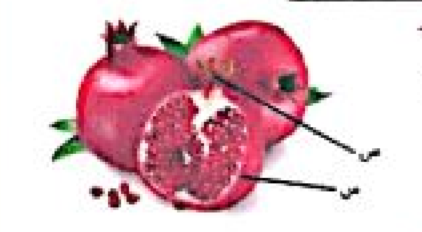
17 تحصل البويضة على الغذاء اللازم لنموها داخل المبيض من خلال ....

(أ) نسيج النيوسيلة (ب) تحلل النشا في الإندوسبرم . (ج) الحبل السري (د) الأولى والثالثة

18 أي البدائل التالية تعبر عن مصدر تغذية كل من جنين القمح وجنين الفول أثناء عملية الإنبات ؟ ....

	جنين القمح	جنين الفول
(أ)	التحلل المائي للبروتين في الفلقتين	تحلل النشا في الإندوسبرم
(ب)	عملية البناء الضوئي	الأملاح المعدنية في التربة
(ج)	تحلل النشا في الإندوسبرم	التحلل المائي للبروتين في الفلقتين
(د)	الأملاح المعدنية في التربة	عملية البناء الضوئي

19 الشكل المقابل يمثل أحد الثمار المعروفة، التركيبان س وص على الترتيب يمثلان في الأصل ....



(أ) المبيض والأسدية (ب) المبيض والتويج
(ج) الكأس والطلع (د) الكأس والتويج

20 يموت نبات القمح بعد نضج الحبوب بسبب ....

(أ) استهلاك المواد الغذائية المختزنة (ب) رش مياسم الأزهار بأندول حمض الخليك
(ج) تثبيط نشاط الأوكسينات (د) الأولى والثالث

الفصل 3 من بداية التكاثر في الإنسان حتى نهاية دورة الطمث — الدرس 4

ينتمي الإنسان إلى طائفة الثدييات التي تتميز بحمل الجنين حتى الولادة، ولذا فإن:

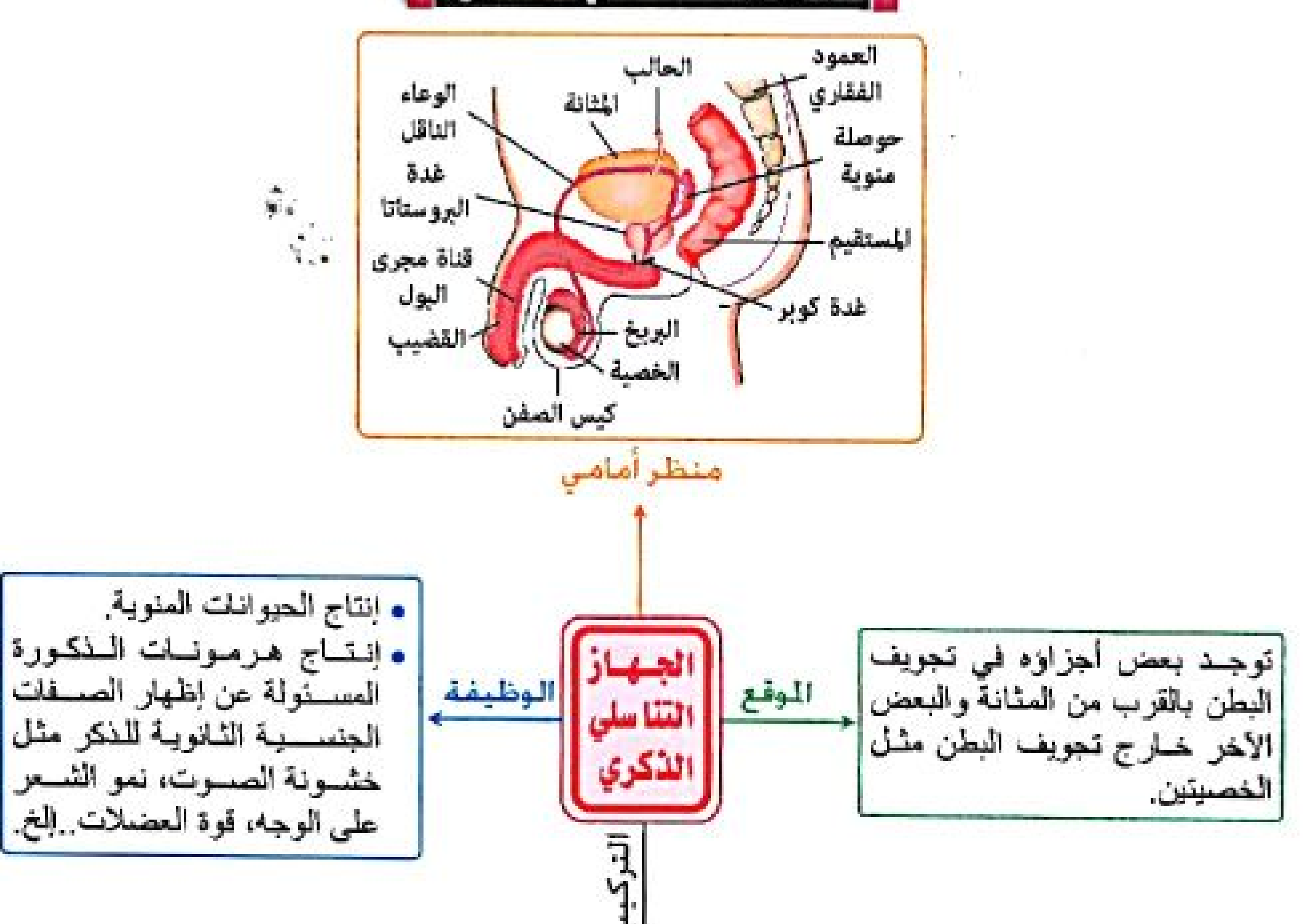
- **بويضات الثدييات صغيرة الحجم وشحيحة المح؛** لاعتماد الجنين على الأم في الحصول على الغذاء لتكونه داخل الرحم.
- **إنتاج الثدييات للصغار يكون محدودًا؛** لأن الصغار تمر بفترة نمو داخل رحم الأم ثم يقوم الأبوان برعايتهم لفترة حيث تصل هذه الرعاية أقصاها في الإنسان الذي تحتاج صغاره إلى سنوات طوال من التربية نظرًا لتقدم عقله وتميز هيئته.

- تساؤل:

أيهما أكبر حجمًا مع التفسير بيضة الفيل أم بيضة العصفور؟

بيضة العصفور أكبر حجمًا؛ لأن جنين العصفور يتكون خارجيًا لذا يحتاج إلى الغذاء المدخر داخل مح البيضة فتكون كبيرة الحجم بينما الفيل من الثدييات التي تتكون فيها الأجنة داخل الرحم فلا تعتمد بشكل أساسي على مح البيضة لذلك تكون أصغر حجمًا.

الجهاز التناسلي الذكري





❶ الخصيتان Testis:

الموقع:

محاطة بكيس الصفن الذي يتدلى خارج البطن؛ للحفاظ على درجة حرارة الخصيتين منخفضة عن درجة حرارة الجسم بحوالي درجتين (٣٥ درجة مئوية) بما يناسب تكوين الحيوانات المنوية فيها.

الوظيفة:

- إنتاج الحيوانات المنوية.
- إفراز هرمون التستوستيرون المسئول عن إظهار الصفات الجنسية الثانوية للذكر عند البلوغ ونمو البروستاتا والحوصلتين المنويتين.

ملحوظة

- تنتقل الخصيتان من تجويف البطن إلى كيس الصفن في الجنين خلال الأشهر الأخيرة من الحمل، فإذا تعطل خروجهما Cryptorchidism تتوقفان عن إنتاج المني عند البلوغ مما يسبب العقم.

تطبيق حياتي

- يوصي الخبراء بعدم ارتداء الرجال الملابس الضيقة أو المصنوعة من ألياف بصفة مستمرة؛ لأن هذه الملابس تؤدي لارتفاع درجة حرارة الخصيتين بما لا يناسب نضج وتكوين الحيوانات المنوية مما يؤدي إلى موتها والتسبب العقم.

❷ البربخان Epididymis:

الموقع:

كل منهما عبارة عن قناة تلتف حول نفسها تخرج من الخصيتين وتصب في قناة تسمى «الوعاء الناقل».

الوظيفة: يتم فيهما تخزين الحيوانات المنوية واكتمال نضجها في مدة أقصاها من ٣٠ إلى ٦٠ يوم ثم تتحلل في حالة عدم حدوث قذف (اندفاع السائل المنوي من القضيب لخارج الجسم بقوة ويكون مصحوبًا بهزة يعقبها خمول وفتور).

❸ الوعاءان الناقلان Vas Deferens:

الوظيفة: يقوم كل منهما بنقل الحيوانات المنوية من البربخ إلى قناة مجرى البول عن طريق انقباض العضلات اللاإرادية الملساء أثناء القذف.

❹ الغدد التناسلية الملحقة Accessory Sexual Glands: وهي تشمل:

- الحوصلتان المنويتان Seminal Vesicles: تقوم بإفراز سائل قلوي يحتوي على سكر الفركتوز لتغذية الحيوانات المنوية خارج الخصية.
- غدة البروستاتا Prostate وغدتا كوبر Cowper's Glands: تقوم بإفراز سائل قلوي يمر في قناة مجرى البول (قبل مرور الحيوانات المنوية مباشرة) فيعمل على معادلة وسطها الحامضي ليصبح وسطًا مناسبًا لمرور الحيوانات المنوية.

❺ القضيب Penis:

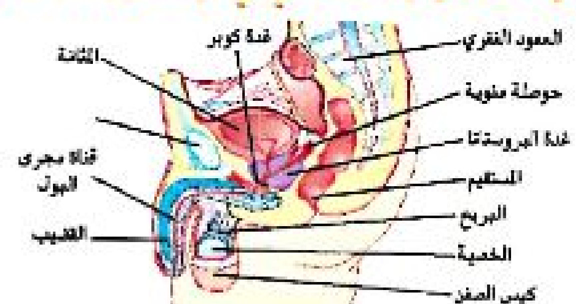
عضو يتكون من نسيج أسفنجي تمر فيه قناة مجرى البول التي ينتقل عن طريقها البول والحيوانات المنوية كل على حدة.

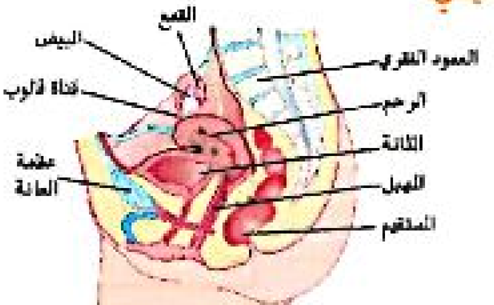
مما سبق نستنتج أن: السائل المنوي Semen يتكون من:

- **الحيوانات المنوية** داخل الأنيبيبات المنوية بالخصية.
- **سائل قلوي يحتوي على سكر الفركتوز** تفرزه الحوصلتان المنويتان.
- **سائل قلوي** تفرزه غدة البروستاتا وغدتا كوبر.

أضف إلى معلوماتك

- **عملية القذف ejaculation:**
  - التعريف: عملية حيوية ينظمها الجهاز العصبي الذاتي (السمبثاوي والباراسمبثاوي) يتم فيها خروج السائل المنوي عن طريق انقباض العضلات الملساء المبطنة للغدد التناسلية.
  - تتناسب لزوجة السائل المنوي تناسبا عكسيًا مع قدرة التخصيب لدى الذكور نظرا لزيادة المقاومة التي تلقاها الحيوانات المنوية.
- **من دراسة الشكل الذي يمثل الجهاز التناسلي الذكري في الإنسان يمكن ملاحظة ما يلي:**
  ١- توجد الحوصلتان المنويتان خلف المثانة البولية بينما يوجد كل من البروستاتا وغدتا كوبر أسفل المثانة البولية.
  ٢- البروستاتا هي أكبر الغدد الملحقة بالجهاز التناسلي الذكري.
  ٣- تمر قناة مجرى البول خلال البروستاتا ولذا قد يؤدي تضخم البروستاتا لدى كبار السن إلى الضغط على قناة مجرى البول واحتباس البول داخل المثانة البولية.
- **من دراسة الجهاز التناسلي في الإنسان يمكن ملاحظة ما يلي:**





  - يقع الجهاز التناسلي أمام كل من المستقيم والفقرات العجزية والعصعصية، وخلف عظمة العانة.

أداء ذاتي

1. النسبة بين قيمة طول قناة البربخ إلى قيمة المساحة التي يحتلها في الجهاز التناسلي الذكري ....
   (أ) أكبر من ١
   (ب) أقل من ١
   (ج) تساوي ١

2. أي الأعضاء التالية يوجد داخل وخارج تجويف البطن ؟ ....
   (أ) الخصية
   (ب) الوعاء الناقل
   (ج) البربخ
   (د) البروستاتا



التركيب المجهري للخصية

من خلال دراسة القطاع العرضي للخصية، يتضح أنها تتكون من:

❶ الأنيبيبات المنوية:

- توجد بعدد كبير داخل الخصية.
- كل أنيبية يوجد بداخلها نوعان من الخلايا **هما:**

☒ **خلايا جرثومية أمية (2ن):**

- **موقعها:** تبطن الأنيبيبات المنوية من الداخل.
- **وظيفتها:** تنقسم عدة انقسامات لتكون الحيوانات المنوية في النهاية.

☒ **خلايا سرتولي (2ن):**

- **وظيفتها:** تفرز سائلًا يعمل على تغذية الحيوانات المنوية داخل الخصية كما يُعتقد أن لها وظيفة مناعية أيضًا.

البربخ
الأنيبيبات المنوية
الوعاء الناقل

قطاع طولي في الخصية

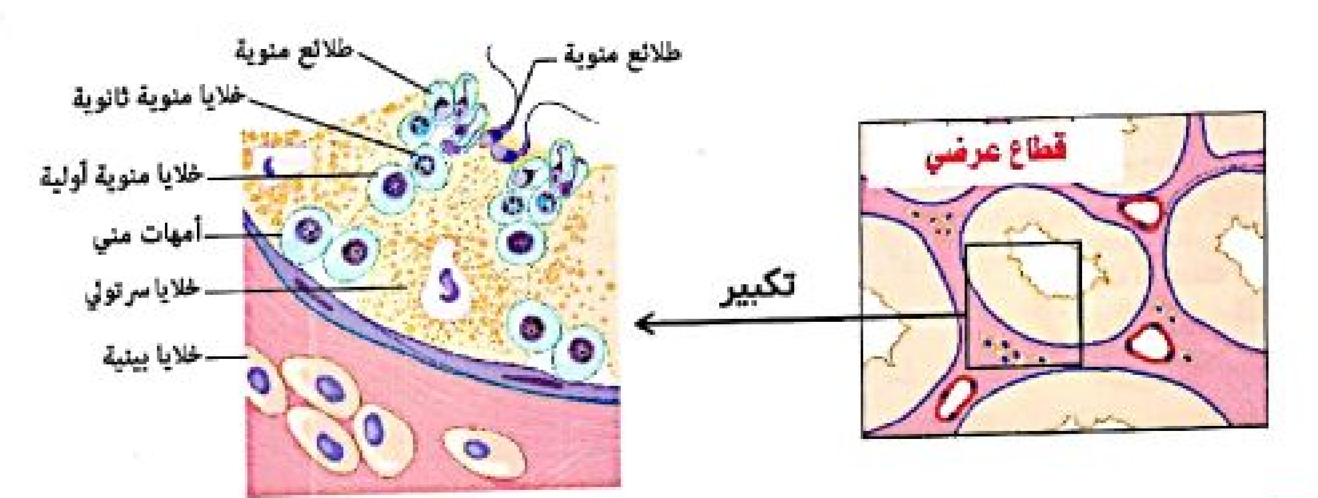
❷ خلايا بينية:

- **الموقع:** توجد بين الأنيبيبات المنوية.
- **الوظيفة:** إفراز هرمون **التستوستيرون** المسئول عن إظهار الصفات الجنسية الثانوية للذكر عند البلوغ، ونمو البروستاتا والحوصلتين المنويتين.

تنويه
الخلايا الجرثومية الأمية لا تظهر على الرسم عادةً لأنها تكون داخل جدار الأنيبيبة وإلا فيجب على الطالب العد مع الترتيب من الداخل إلى الخارج.

حيوانات منوية
طلائع منوية
خلية منوية ثانوية
خلايا منوية أولية
أمهات مني
خلايا بينية
خلية سرتولي

قطاع عرضي في الخصية



الغدة النخامية
الجزء الغدي
إفراز

FSH	LH
تكوين (نضج) الأنيبيبات المنوية	تكوين وتنبيه الخلايا البينية في الخصية
انقسام الخلايا الأمية	إفراز الهرمونات الجنسية الذكرية
إنتاج الحيوانات المنوية	إظهار الصفات الجنسية الثانوية ونمو البروستاتا والحوصلتان المنويتان

مخطط يوضح تأثير الغدة النخامية على الخصية

ملحوظة

- **خلايا سرتولي تعمل على تغذية الحيوانات المنوية داخل الخصية، بينما الحوصلتين المنويتين تعملان على تغذية الحيوانات المنوية خارج الخصية.**

أضف إلى معلوماتك

- **وظيفة خلايا سرتولي:**
  - تفرز سائلًا يعمل على تغذية الحيوانات المنوية
  - إفراز بعض الهرمونات التي تؤثر في عملية تكوين الحيوانات المنوية.
  - ابتلاع وهضم الحيوانات المنوية التالفة وبقايا تصنيعها.
  - تكوين حاجز بين النسيج البيني والخلايا المنوية كما يمنع وصول الميكروبات والأجسام الغريبة والجهاز المناعي الذاتي للحيوانات المنوية وتدميرها.
- قد يتأخر نزول الخصيتين في كيس الصفن خارج تجويف البطن عند بعض الذكور حديثي الولادة بنسبة 10% نتيجة عوامل بيئية أو هرمونية ولمدة عامين بعد الولادة.
- **تأثير تأخر نزول الخصيتين عن عامين بعد الولادة بالنسبة لـ:**
  - **الخلايا الجرثومية الأمية:** تتأثر بارتفاع درجة الحرارة مما يؤدي لموتها وتوقفها عن إنتاج الحيوانات المنوية عند البلوغ مما يسبب العقم.
  - **الخلايا البينية:** لا تتأثر بالارتفاع في درجة الحرارة لأنها مقاومة للتغيرات المحيطة بها وتستمر في افرازها للهرمونات الجنسية الذكرية عند البلوغ مما يؤدي إلى ظهور الصفات الجنسية الثانوية الذكرية.

مراحل تكوين الحيوانات المنوية

تمر عملية تكوين الحيوانات المنوية بأربع مراحل هامة، وهي كالتالي:

المرحلة		الوصف	التغير في المادة الوراثية		الشكل
(١) مرحلة التضاعف	جميع المراحل تحدث عند البلوغ في الذكر	تنقسم الخلايا الجرثومية الأمية (٢ن) **انقسامًا ميتوزيًا** عدة مرات لتنتج عددًا كبيرًا من الخلايا تسمى أمهات المني (٢ن).	يصاحبها ثبات في المادة الوراثية.	مرحلة التضاعف	خلية جرثومية أمية (٢ن) – انقسام ميتوزي – أمهات مني (٢ن)
(٢) مرحلة النمو		تختزن فيها أمهات المني (٢ن) قدرًا من الغذاء فتتحول إلى خلايا منوية أولية (٢ن).	يصاحبها ثبات في المادة الوراثية.	مرحلة النمو	خلية منوية أولية (٢ن) – انقسام ميوزي أول
(٣) مرحلة النضج		- تنقسم الخلايا المنوية الأولية (٢ن) **انقسامًا ميوزيًا أول** فتعطي خلايا منوية ثانوية (ن). - تنقسم الخلايا المنوية الثانوية (ن) **انقسامًا ميوزيًا ثانيًا** فتعطي طلائع منوية (ن).	يصاحبها اختزال عدد الصبغيات إلى النصف.	مرحلة النضج	خلية منوية ثانوية (ن) – انقسام ميوزي ثاني – طلائع منوية (ن)
(٤) مرحلة التشكل النهائي		- تتحول فيها الطلائع المنوية (ن) إلى حيوانات منوية (ن). - يتحول فيها الطور الساكن إلى طور متحرك.	يصاحبها ثبات في المادة الوراثية.	التشكل النهائي	حيوانات منوية (ن)

ملحوظة

- تتكون الأمشاج في النبات بانقسام ميوزي ثم ميتوزي، بينما تتكون الأمشاج في الإنسان بانقسام ميتوزي ثم ميوزي.

أداء ذاتي

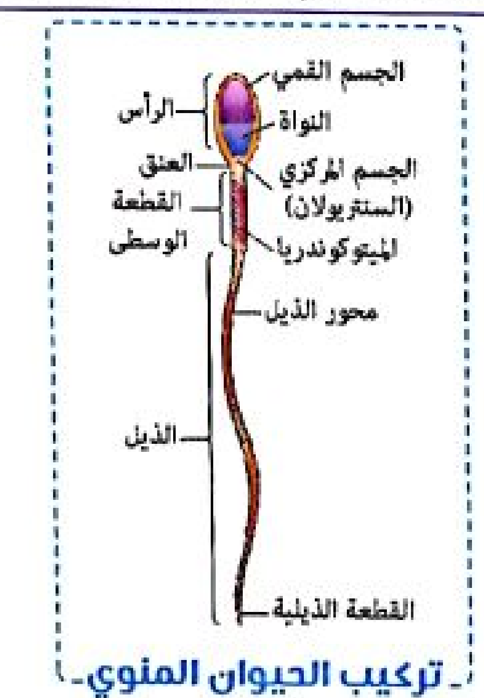
٣ تختلف الطلائع المنوية عن الحيوانات المنوية في ....

Ⓐ عدد الصبغيات Ⓑ الحجم Ⓒ القدرة على الحركة Ⓓ الثانية والثالثة

٤ أي المراحل التالية لا يصاحبها انقسامات خلوية أثناء تكوين الحيوانات المنوية ؟ ....

Ⓐ التشكل النهائي والتضاعف Ⓑ النمو والنضج Ⓒ التشكل النهائي والنمو Ⓓ التضاعف والنضج



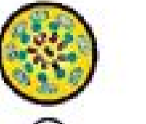


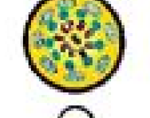
تركيب الحيوان المنوي

أداء ذاتي

٥ أي المراحل التالية لا يصاحبها انقسامات خلوية أثناء تكوين الحيوانات المنوية ؟ ....



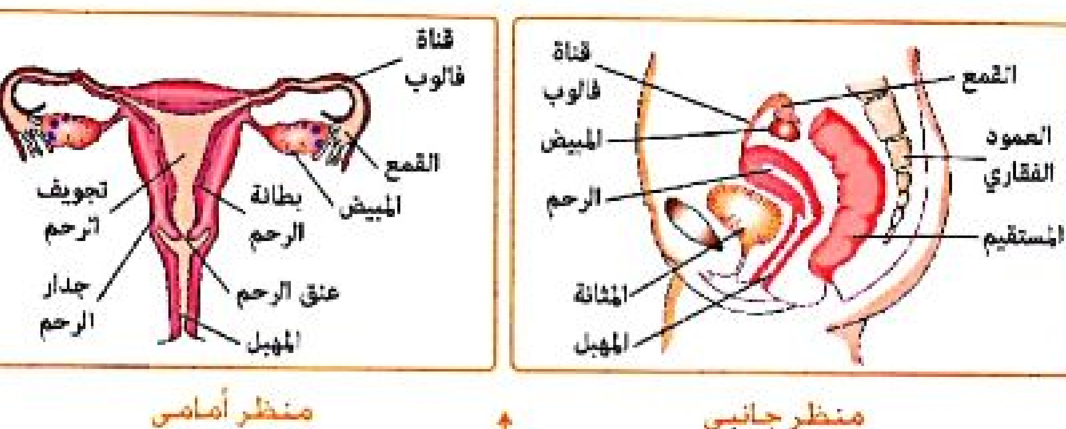






Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ

الجهاز التناسلي الأنثوي



منظر أمامي — منظر جانبي

الجهاز التناسلي الأنثوي

الموقع: تتجمع أعضاؤه في منطقة الحوض خلف المثانة مثبتة في مكانها بأربطة مرنة حتى تسمح بتمددها أثناء الحمل بالجنين.

الوظيفة:
- إنتاج البويضات.
- إنتاج هرمونات الأنوثة.
- تهيئة مكان آمن لإتمام عملية إخصاب البويضة.
- إيواء الجنين حتى الولادة.

التركيب:



❶ المبيضان Ovaries:

الموقع: يوجدان على جانبي تجويف الحوض.

الشكل: بيضاوي في حجم اللوزة المقشورة.

الوظيفة:
- إنتاج البويضات.
- إفراز هرمونات البلوغ وهرمونات تنظيم دورة الطمث وتكوين الجنين.

عدد البويضات الموجودة بها: حسب المرحلة العمرية:
- **أثناء التكوين الجنيني:** يحتوي على ملايين من الخلايا الجرثومية.
- **أثناء الطفولة:** يحتوي المبيض على بضع آلاف (٤٠٠:٥٠٠ ألف)
- من البويضات في مراحل نمو مختلفة.
- **بعد البلوغ:** حوالي ٤٠٠ بويضة فقط.

عدد البويضات
الزمن بالسنوات
١٠ ٢٠ ٣٠ ٤٠ ٥٠ ٦٠

استنتاج
- **تنضج حوالي ٤٠٠ بويضة فقط أثناء حياة أنثى الإنسان؛ لأن فترة الخصوبة في أنثى الإنسان تبلغ في المتوسط حوالي ٣٠ سنة وتنتج الأنثى خلال هذه الفترة بويضة كل ٢٨ يوم من أحد المبيضين بالتبادل مع الآخر شهريًا (حوالي ١٣ بويضة سنويًا) لذا يكون عدد البويضات الناتجة = (٣٠ × ١٣ = حوالي ٤٠٠ بويضة).**

❷ قناتا فالوب Fallopian Tubes:

الملاءمة الوظيفية:
- تفتح كل قناة بواسطة **قمع:**
  - يقع مباشرة أمام المبيض لضمان سقوط البويضات في قناة فالوب.
  - ينتهي بزوائد إصبعية تعمل على التقاط البويضة المتحررة من المبيض.
- تبطن كل قناة بأهداب تعمل على توجيه البويضات المخصبة نحو الرحم.

❸ الرحم uterus:

الوصف: كيس عضلي مرن مزود بجدار عضلي سميك قوي ويبطن بغشاء غدي.

الموقع: يوجد بين عظام الحوض وينتهي بعنق يفتح في المهبل.

الوظيفة: يتم بداخله تكوين الجنين لمدة تسعة أشهر حتى الولادة.

❹ المهبل Vagina:

الوصف: قناة عضلية يصل طولها إلى ٧ سم.

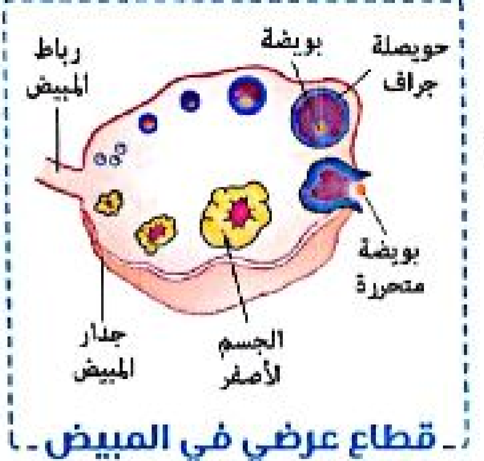
الموقع: تبدأ من عنق الرحم وتنتهي بالفتحة التناسلية.

الملاءمة الوظيفية:
- يبطن بغشاء يفرز سائلًا مخاطيًا يعمل على ترطيب المهبل.
- يحوي ثنيات تسمح بتمدده خاصة أثناء خروج الجنين.

ملحوظة
- **تتغير حالة الجهاز التناسلي للأنثى بصفة دورية بعد البلوغ حيث يحدث ذلك عند عمر (١٢ : ١٥ سنة) تبعًا لنشاط المبيض والرحم وما يرتبط بهما من إخصاب وحمل أو عدم حدوث حمل ونزول النزيف الشهري (الطمث) وعندما تبلغ الأنثى عمر (٤٥ : ٥٠ سنة) يتوقف نشاط المبيضين فتقل الهرمونات وتنكمش بطانة الرحم ويتوقف حدوث الطمث.**

التركيب المجهري للمبيض

من خلال دراسة القطاع العرضي للمبيض، يتضح أنه يتكون من مجموعة من الخلايا في مراحل نمو مختلفة كالتالي:



قطاع عرضي في المبيض

❶ حويصلة جراف:

- **وظيفتها:**
  - تنمو بداخلها البويضة حتى اكتمال نضجها ثم تتحرر منها أثناء عملية التبويض.
  - تفرز أثناء نموها هرمون الإستروجين.

❷ الجسم الأصفر:

- **تكوينه:** يتكون من بقايا حويصلة جراف بعد تحرر البويضة منها.
- **وظيفته:** يفرز هرموني البروجسترون والريلاكسين.

الغدة النخامية

الجزء الغدي

يفرز

LH — تكوين الجسم الأصفر — التبويض — يفرز
- هرمون البروجسترون
- هرمون الريلاكسين

FSH — نمو الحويصلات إلى حويصلة جراف — تفرز أثناء نموها — هرمون الإستروجين

مخطط يوضح تأثير الغدة النخامية على المبيض

أداء ذاتي

❻ أي العبارات التالية صحيحة عن الجهاز التناسلي الأنثوي لفتاة في سن العشرين ؟ ....

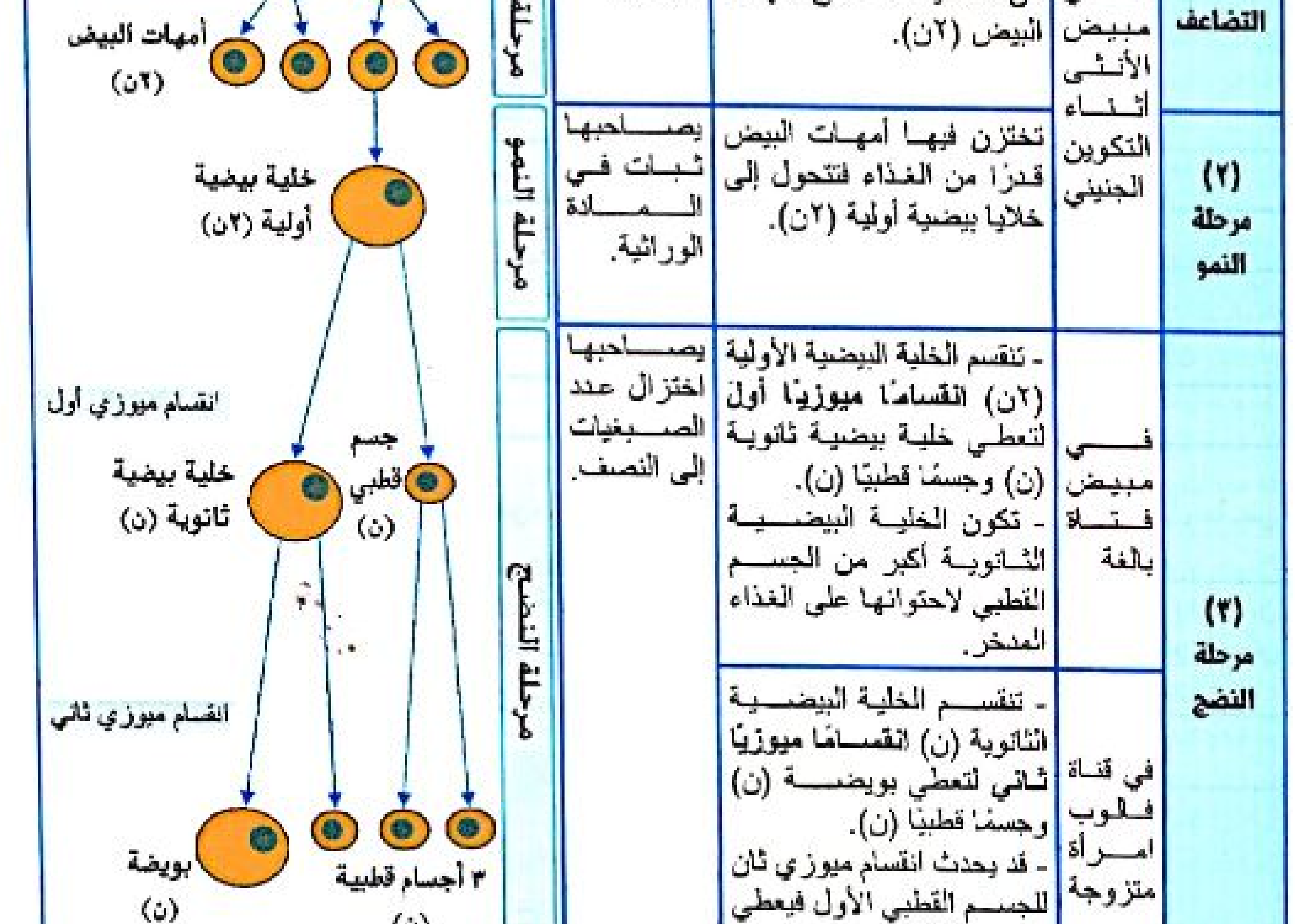
Ⓐ تقع بعض أجزائه خارج تجويف الحوض
Ⓑ يقابل الفقرات القطنية والعجزية بالجسم
Ⓒ لكل من الجهاز البولي والجهاز التناسلي فتحة مستقلة
Ⓓ يوجد أمام المثانة البولية

❼ توجد مستقبلات لهرموني FSH وLH على ....

Ⓐ المبيض
Ⓑ الرحم
Ⓒ الغدة النخامية
Ⓓ قناة فالوب

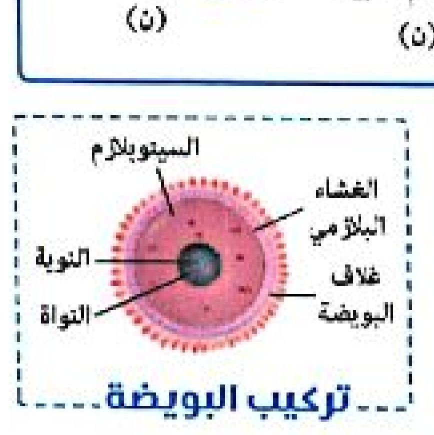
مراحل تكوين البويضة

تمر عملية تكوين البويضات بثلاث مراحل هامة، وهي كالتالي:



المرحلة	المكان	ما يحدث فيها	يصاحبها	
(١) مرحلة التضاعف	في مبيض الأنثى أثناء التكوين الجنيني	تنقسم الخلايا الجرثومية الأمية (٢ن) **انقسامًا ميتوزيًا** عدة مرات لتنتج عددًا كبيرًا من الخلايا تسمى أمهات البيض (٢ن).	يصاحبها ثبات في المادة الوراثية.	مرحلة التضاعف
(٢) مرحلة النمو		تختزن فيها أمهات البيض قدرًا من الغذاء فتتحول إلى خلايا بيضية أولية (٢ن).	يصاحبها ثبات في المادة الوراثية.	مرحلة النمو
(٣) مرحلة النضج	في مبيض فتاة بالغة	- تنقسم الخلية البيضية الأولية (٢ن) **انقسامًا ميوزيًا أول** لتعطي خلية بيضية ثانوية (ن) وجسمًا قطبيًا (ن). - تكون الخلية البيضية الثانوية أكبر من الجسم القطبي لاحتوائها على الغذاء المدخر.	يصاحبها اختزال عدد الصبغيات إلى النصف.	مرحلة النضج
	في قناة فالوب امرأة متزوجة	- تنقسم الخلية البيضية الثانوية (ن) **انقسامًا ميوزيًا ثاني** لتعطي بويضة (ن) وجسمًا قطبيًا (ن). - قد يحدث انقسام ميوزي ثان للجسم القطبي الأول فيعطي جسمين قطبيين.		

تركيب البويضة



تركيب البويضة

- تحتوي البويضة على سيتوبلازم ونواة.
- تغلف بطبقة رقيقة متماسكة بفعل حمض الهيالويورنيك لذا تحتاج عملية اختراق البويضة لملايين من الحيوانات المنوية حيث تعمل إنزيمات الجسم القمي للحيوانات المنوية (مثل إنزيم الهيالويورنيز) على إذابة غلاف البويضة عند موضع الاختراق.

- مقارنة بين الحيوان المنوي والبويضة في الإنسان:

وجه المقارنة	الحيوان المنوي في الإنسان	البويضة في الإنسان
شكل توضيحي		
مكان النضج	مشيج مذكر تنتجه الخصية.	مشيج مؤنث ينتجه المبيض.
الحجم	أقل حجمًا.	أكبر حجمًا.
عدد الميتوكوندريا	أقل عددًا.	أكبر عددًا.
الحركة	متحرك.	ساكنة.
التركيب	يتركب من: رأس، عنق، قطعة وسطي، ذيل.	١- تحتوي على سيتوبلازم ونواة. ٢- تحاط بطبقة رقيقة متماسكة بفعل حمض الهيالويورنيك.
العدد	تنتج الحيوانات المنوية بأعداد كبيرة (٣٠٠:٥٠٠) مليون حيوان منوي في كل مرة تزاوج.	تنتج البويضات بأعداد قليلة (بويضة واحدة من أحد المبيضين كل ٢٨ يوم بالتناوب مع المبيض الآخر).

تطبيقات

- **بالنسبة للحيوانات المنوية:**

١ خلية من أمهات المني (٢ن) ← تتحول إلى ← ١ خلية منوية أولية (٢ن) ← انقسام ميوزي أول ← ٢ خلية منوية ثانوية (ن) ← انقسام ميوزي ثاني ← ٤ طلائع منوية (ن) ← تتحول إلى ← ٤ حيوانات منوية (ن)

عدد خلايا أمهات المني الناتجة من الانقسام الميتوزي للخلية الجرثومية الأمية = $٢^{\text{عدد الانقسامات}}$.

- **بالنسبة للبويضات:**

١ خلية من أمهات البيض (٢ن) ← تتحول إلى ← ١ خلية بيضية أولية (٢ن) ← انقسام ميوزي أول ←
- ١ خلية بيضية ثانوية (ن) ← انقسام ميوزي ثان ← ١ بويضة (ن) + ١ جسم قطبي (ن)
- ١ جسم قطبي (ن) ← قد يحدث انقسام ميوزي ثان ← ٢ جسم قطبي (ن)

عدد خلايا أمهات البيض الناتجة من الانقسام الميتوزي للخلية الجرثومية الأمية = $٢^{\text{عدد الانقسامات}}$.

مثال (١):

خلية جرثومية أمية في خصية ذكر إنسان بالغ انقسمت ٤ مرات ميتوزيًا، احسب:

١- عدد خلايا أمهات المني الناتجة من الانقسام. ٢- عدد الخلايا المنوية الأولية. ٣- عدد الخلايا المنوية الثانوية.
٤- عدد الطلائع المنوية. ٥- عدد الحيوانات المنوية.

الإجابة

١- عدد خلايا أمهات المني = $٢^{\text{عدد الانقسامات}}$ = $٢^{٤}$ = ١٦ خلايا.
٢- عدد الخلايا المنوية الأولية = عدد أمهات المني = ١٦ خلايا.
٣- عدد الخلايا المنوية الثانوية = ٢ × عدد الخلايا المنوية الأولية = ٢ × ١٦ = ٣٢ خلية.
٤- عدد الطلائع المنوية = ٤ × عدد الخلايا المنوية الأولية = ٤ × ١٦ = ٦٤ خلية.
٥- عدد الحيوانات المنوية = عدد الطلائع المنوية = ٦٤ حيوان منوي.

مثال (٢):

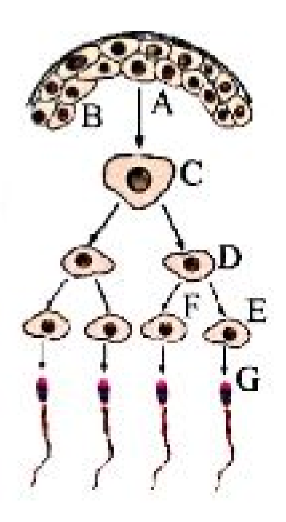
خلية جرثومية أمية في مبيض أنثى انقسمت ٣ مرات ميتوزيًا، احسب.

١- عدد خلايا أمهات البيض الناتجة من الانقسام.
٢- عدد الخلايا البيضية الأولية.
٣- عدد الخلايا البيضية الثانوية.
٤- عدد البويضات الناتجة في حالة حدوث إخصاب.
٥- عدد البويضات الناتجة في حالة عدم حدوث إخصاب.
٦- عدد الأجسام القطبية الناتجة بفرض إتمام حدوث الانقسامات كاملة.

الإجابة

١- عدد خلايا أمهات البيض = $٢^{\text{عدد الانقسامات}}$ = $٢^{٣}$ = ٨ خلية.
٢- عدد الخلايا البيضية الأولية = عدد خلايا أمهات البيض = ٨ خلية.
٣- عدد الخلايا البيضية الثانوية = عدد الخلايا البيضية الأولية = ٨ خلية.
٤- عدد البويضات في حالة الإخصاب = عدد الخلايا البيضية الثانوية = ٨ بويضة.
٥- عدد البويضات الناتجة في حالة عدم حدوث إخصاب = صفر (لا يوجد انقسام ميوزي ثان).
٦- عدد الأجسام القطبية = ٣ × عدد البويضات = ٣ × ٨ = ٢٤ جسم قطبي.

الشكل المقابل:



يمثل أحد العمليات البيولوجية في أحد أعضاء الإنسان:

١- ما اسم العملية التي يمثلها الشكل ؟ ومتى وأين تحدث ؟
٢- ما الهرمون الضروري لحدوث هذه العملية ؟
٣- اذكر اسم الخلايا التالية وعدد الصبغيات فيها:
أ- الخلايا المبطنة للأنيبيبات المنوية.
ب- الخلايا من A : G.
٤- حدد الخلايا المتشابهة وراثيًا محددًا سبب اختيارك.

الإجابة

(1)
- مراحل تكوين الحيوانات المنوية في ذكر الإنسان.
- تحدث عند البلوغ.
- تحدث داخل الأنيبيبات المنوية في خصية ذكر بالغ.

(٣)
أ- خلايا جرثومية أمية (٢ن) تحتوي على ٤٦ كروموسوم.
ب-

الخلايا	اسم الخلية	عدد الصبغيات
A ، B	أمهات المني	٢ن (٤٦ كروموسوم)
C	خلية منوية أولية	٢ن (٤٦ كروموسوم)
D	خلية منوية ثانوية	ن (٢٣ كروموسوم)
E ، F	طلائع منوية	ن (٢٣ كروموسوم)
G	حيوان منوي	ن (٢٣ كروموسوم)

(٢) هرمون FSH حيث يساعد في تكوين الأنيبيبات المنوية وتكوين الحيوانات المنوية.

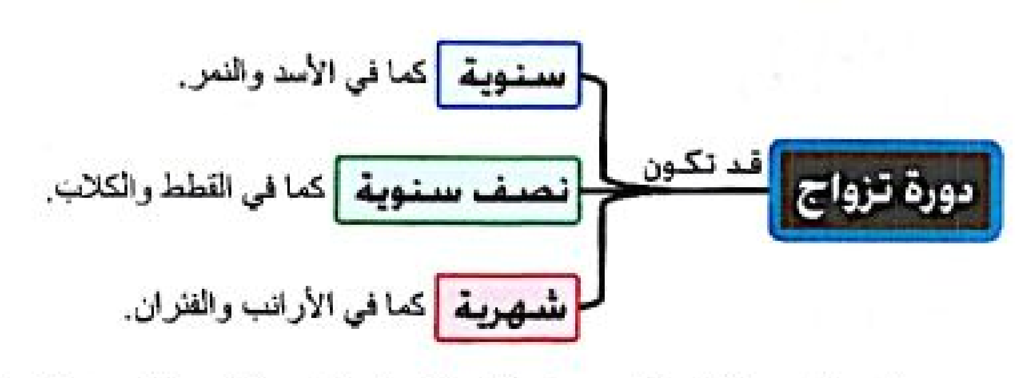
(٤)
الخلايا المتشابهة وراثيًا ناتجة عن انقسام ميتوزي أو تحول وليس انقسام ميوزي وبالتالي تكون متشابهة وراثيًا:

الخلايا المتشابهة	التوضيح
B، A	لأنها ناتجة من انقسام ميتوزي للخلايا الجرثومية الأمية.
C متشابهة مع A ، B	لأنها ناتجة من اختزان الغذاء دون انقسام.
G، E	لأن الحيوان المنوي G ناتج عن تحول الطليعة المنوية E بدون انقسام.

ملحوظة
• يسمى الانقسام الميوزي الثاني للخلية البيضية الثانوية بالانقسام المؤجل أو المشروط؛ لأنه مشروط باختراق الحيوان المنوي البويضة أثناء عملية الإخصاب.

دورة التزاوج Breeding Cycle

فترات معينة في حياة الثدييات المشيمية ينشط فيها المبيض في الأنثى البالغة بصفة دورية منتظمة وتتزامن هذه الفترة مع وظيفتي التزاوج والإنجاب.



- تعرف الفترة التي ينشط فيها المبيض في أنثى الإنسان بالدورة الشهرية (دورة الطمث أو دورة الحيض)، ومدتها ٢٨ يوم حيث يتبادل المبيضان إنتاج البويضات.

دورة الطمث (الحيض) Menstrual Cycle

FSH , LH
تركيز هرمونات الغدة النخامية
LH
FSH
24 16 8 0
تركيز هرمونات المبيض
بروجسترون
إستروجين
بروجسترون
إستروجين
20 16 12 8 4 0
500 400 300 200 100 0
1 7 14 21 28 1
حويصلة جراف
حويصلة ناضجة
التبويض
الجسم الأصفر
سمك بطانة الرحم
غدد مخاطية
أوعية دموية
1 7 14 21 28 1
مرحلة الطمث
مرحلة نضج البويضة
مرحلة التبويض



تنقسم دورة الطمث (الحيض) إلى ثلاث مراحل كما يلي:

	المدة	التغيرات الهرمونية المصاحبة	التغيرات التي تطرأ على المبيض	التغيرات التي تطرأ على الرحم
(١) مرحلة نضج البويضة	حوالي ١٠ أيام	يفرز الفص الأمامي للغدة النخامية هرمون FSH الذي يحفز نضج حويصلة جراف والتي تفرز أثناء نموها هرمون الإستروجين.	يبدأ عدد كبير من الحويصلات في النمو ولا يكتمل منها سوى واحدة فقط تتحول لحويصلة جراف تحت تأثير هرمون FSH الذي يفرز من الغدة النخامية.	تفرز حويصلة جراف أثناء نموها هرمون الإستروجين الذي يعمل على إنماء بطانة الرحم من خلال: ○ زيادة عدد وحجم الأوعية الدموية الموجودة في بطانة الرحم. ○ زيادة عدد الغدد المخاطية.
(٢) مرحلة التبويض	١٤ يومًا	يفرز الفص الأمامي للغدة النخامية هرمون LH الذي يسبب التبويض وتكوين الجسم الأصفر الذي يفرز هرمون البروجسترون.	- انفجار حويصلة جراف وتحرر البويضة منها في اليوم الـ ١٤ من بدء الطمث. - تكوين الجسم الأصفر من بقايا حويصلة جراف وذلك تحت تأثير هرمون LH.	يفرز الجسم الأصفر هرمون البروجسترون الذي يعمل على زيادة سمك بطانة الرحم وزيادة الإمداد الدموي لها من خلال: ○ زيادة حجم الأوعية الدموية والغدد المخاطية. ○ زيادة إفراز الغدد المخاطية.
(٣) مرحلة الطمث	من ٣: ٥ أيام	يقل إفراز هرمون البروجسترون نتيجة ضمور الجسم الأصفر في حالة عدم حدوث إخصاب للبويضة.	يضمر الجسم الأصفر تدريجيًا وينكمش وتبدأ بعدها دورة جديدة للمبيض الأخر.	- تتهدم بطانة الرحم وتتمزق الشعيرات الدموية بسبب انقباض عضلات الرحم. - خروج الدم الذي يعرف بـ "الطمث".

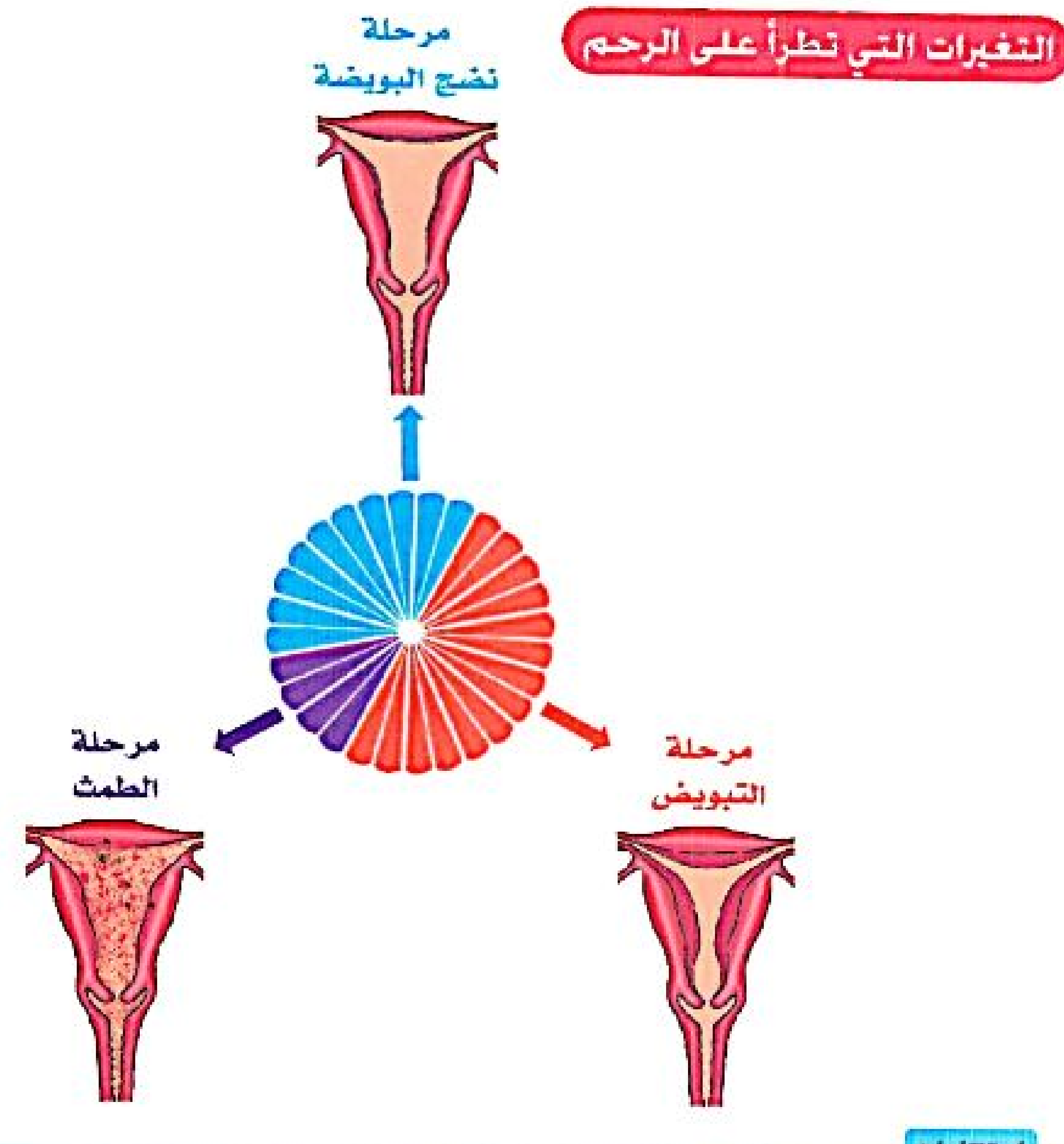
في حالة حدوث إخصاب للبويضة:

- يبقى الجسم الأصفر ليفرز هرمون البروجسترون مما يمنع التبويض فتتوقف الدورة الشهرية لما بعد الولادة.
- يصل الجسم الأصفر لأقصى نموه في نهاية الشهر الثالث للحمل.
- يبدأ الجسم الأصفر في الانكماش في الشهر الرابع للحمل، وتكون المشيمة قد تقدم نموها في الرحم وتصبح قادرة على إفراز هرمون البروجسترون فتحل محل الجسم الأصفر في إفراز هذا الهرمون الذي ينبه الغدد الثديية على النمو التدريجي.

ملحوظة

- تحل المشيمة في الشهر الرابع محل الجسم الأصفر في إفرازه لهرمون البروجسترون، لذا فإن تحلل الجسم الأصفر قبل الشهر الرابع (أي قبل اكتمال نمو المشيمة) يؤدي إلى الإجهاض.

التغيرات التي تطرأ على الرحم



استنتاجات

- يتوقف تنظيم الدورة الشهرية على نشاط كل من الغدة النخامية والمبيضين.
- تبدأ عملية التبويض غالبًا في اليوم الرابع عشر من بدء الطمث (=اليوم العاشر من نهاية الطمث).
- أقصى إفراز لهرمون FSH يكون غالبًا في اليوم الخامس من بدء الطمث..
  ، بينما أقصى إفراز لهرمون LH يكون غالبًا قبيل اليوم الرابع عشر من بدء الطمث.
- يصل الجسم الأصفر بالمبيض لأقصى نمو له في نهاية الشهر الثالث من الحمل، بينما يبدأ في الضمور والانكماش التدريجي في الشهر الرابع بعد اكتمال نمو المشيمة في الرحم.
- تتابع تركيزات الهرمونات بالترتيب خلال دورة الطمث لدى أنثى بالغة:
  الهرمونات: FSH ← أستروجين ← LH ← بروجسترون.
  أعلى تركيز في اليوم: ٥ ← ١٠: ١٢ ← ١٣ ← ٢١: ٢٣

أضف إلى معلوماتك

- يسمى الجسم الأصفر بهذا الاسم نظرًا لأنه يختزن كمية كبيرة من الدهون التي يستخدمها في تصنيع هرمون البروجسترون بكميات كبيرة أثناء دورة الطمث.
- تؤثر هرمونات الغدة النخامية على إفراز هرمونات المبيض والعكس صحيح من خلال مفهومي التغذية الراجعة الإيجابية والسلبية كما يلي:
  - زيادة إفراز الجسم الأصفر لهرمون البروجسترون خلال مرحلة التبويض يؤدي إلى تثبيط إفراز الغدة النخامية لهرموني FSH و LH. "تغذية راجعة سلبية"
  - نقص إفراز الجسم الأصفر لهرمون البروجسترون خلال مرحلة الطمث في حالة عدم حدوث إخصاب للبويضة يؤدي إلى تنبيه الغدة النخامية لإفراز هرموني FSH و LH لتبدأ دورة جديدة. "تغذية راجعة سلبية"
  - زيادة إفراز حويصلة جراف لهرمون الإستروجين خلال مرحلة النضج لمدة تزيد عن ٥٠ ساعة تؤدي إلى تنشيط الغدة النخامية لإفراز هرمون LH لتبدأ عملية التبويض. "تغذية راجعة إيجابية"
- أقل فترة زمنية للجسم الأصفر في المبيض= ١٤ يوم في حالة عدم حدوث إخصاب للبويضة.
- أقصى فترة زمنية للجسم الأصفر في المبيض= ٣ شهور في حالة حدوث إخصاب للبويضة.
- كمية البروجسترون التي تفرزها المشيمة أكبر من الجسم الأصفر.
- في حالة عدم حدوث إخصاب للبويضة تتحلل وتخرج مع دم الحيض.
- عند وصول المرأة لسن اليأس (انقطاع الدورة الشهرية):
  تنفد حويصلات جراف من المبيض ← يقل إفراز هرمونات المبيض (الإستروجين والبروجسترون) ← مما يؤدي إلى زيادة في إفراز هرمونات الغدة النخامية (FSH و LH) بالتغذية الراجعة السلبية.

أداء ذاتي

٨ أي البدائل التالية تعبر عن التغيرات التي تطرأ على الخلايا الجرثومية الأمية أثناء مرحلة التضاعف في مبيض أنثى ؟ ....

	حجم الخلايا	عدد الخلايا	كمية المادة الوراثية
أ	يزداد	يزداد	ثابت
ب	ثابت	يزداد	ثابت
ج	ثابت	ثابت	يزداد
د	ثابت	يزداد	يزداد

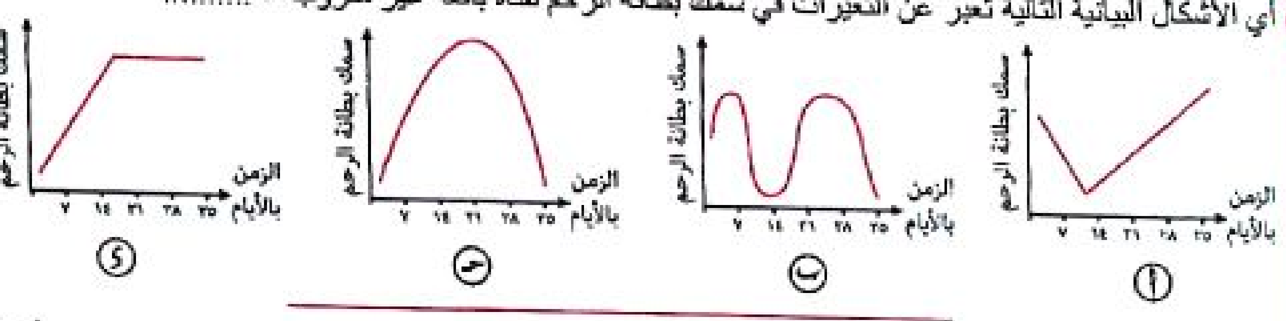
٩ عدد مرات حدوث الانقسام الميوزي الثاني لفتاة بالغة غير متزوجة حاضت ١٠ مرات يساوي تقريبًا ....
أ ٥ ب ١٠ ج ٢٠ د لا توجد إجابة صحيحة

١٠ أي الأشكال التالية تعبر عن العلاقة بين المدة الزمنية التي تستغرقها دورة التزاوج في كائن حي ما وفرص الحمل والإنجاب؟



١١ جميع التغيرات التالية تصاحب مرحلة نضج البويضة ماعدا ....
أ يزداد نشاط الجزء الغدي من الغدة النخامية
ب يزداد عدد الأوعية الدموية التي تغذي بطانة الرحم
ج يكون هرمون البروجسترون في أعلى مستوياته
د يزداد معدل استهلاك حويصلة جراف للكوليسترول

١٢ أي الأشكال البيانية التالية تعبر عن التغيرات في سمك بطانة الرحم لفتاة بالغة غير متزوجة ؟ ....



١٣ أي الهرمونات التالية يعبر الشكل المقابل عن تركيزها في الدم ؟ ....
تركيز الهرمون
الزمن بالأيام
٥ ١٠ ١٥ ٢٠ ٢٥ ٣٠ ٣٥
أ هرمون LH لفتاة بالغة غير متزوجة
ب هرمون البروجسترون لفتاة بالغة غير متزوجة
ج هرمون LH لامرأة متزوجة
د هرمون البروجسترون لامرأة متزوجة

١٤ تتوقف عملية التبويض أثناء فترة الحمل بسبب ....
أ زيادة البروجسترون ونقص FSH
ب نقص الاستروجين ونقص FSH
ج زيادة الاستروجين ونقص LH
د زيادة البروجسترون وزيادة FSH

١٥ أي الحالات التالية قد يصاحبها حدوث إجهاض للجنين أثناء الحمل ؟ ....
أ تحلل الجسم الأصفر في نهاية الشهر الثالث للحمل
ب تناول أقراص منع الحمل لمدة شهر بعد الإخصاب
ج استئصال مبيض امرأة حامل في الأسبوع السادس للحمل
د الأولى والثالثة

١٦ أي البدائل التالية تعبر عن التغيرات الناتجة عن إخصاب البويضة فور تحررها من المبيض ؟ ....

	سمك بطانة الرحم	حجم الجسم الأصفر	تركيز هرمونات المبيض	تركيز الهرمونات المنبهة للمناسل
أ	يزداد	يقل	يقل	يقل
ب	يقل	يزداد	يزداد	يقل
ج	يزداد	يزداد	يزداد	يقل
د	يزداد	يزداد	يقل	يزداد

١٧ امرأة متزوجة لديها ٣٠ سنة تم سحب ٤ عينات دم منها على فترات متتابعة على مدار شهر لقياس تركيز أحد الهرمونات للتأكد من صحتها الجنسية علمًا بأن آخر مرحلة طمث لها بدأت يوم ١٠ /٦ فكانت النتائج كالتالي:

اليوم	تركيز الهرمون في الدم
٦/١٧	١٠,٢ وحدة دولية / لتر
٦/٢٣	٤٢,٥ وحدة دولية / لتر
٦/٣٠	٥,٤ وحدة دولية / لتر
٧/٧	٨,٣ وحدة دولية / لتر

افحص النتائج السابقة جيدًا ثم أجب:
(١) أي الهرمونات التالية يمثل البيانات الموضحة بالجدول المقابل ؟ ....
أ FSH ب LH ج الاستروجين د البروجسترون
(٢) تتحرر الخلية البيضية الثانوية من حويصلة جراف في يوم ....
أ ٦/١٥ ب ٦/٢٤ ج ٦/٣٠ د ٧/٥

الجزء الغدي للغدة النخامية

يفرز

LH

بسبب

- تكوين الجسم الأصفر ← يفرز ← البروجسترون ← يعمل على ← زيادة سمك بطانة الرحم وزيادة الإمداد الدموي بها
- تحرر البويضة
- تفجير حويصلة جراف

مرحلة التبويض

FSH

بسبب

- نضج حويصلة جراف ← تفرز ← الإستروجين ← يعمل على ← إنماء بطانة الرحم.
- نضج البويضة

مرحلة نضج البويضة

مصير الجسم الأصفر

حدوث إخصاب للبويضة

- يبقى ليفرز البروجسترون مما يمنع التبويض فتتوقف الدورة الشهرية لما بعد الولادة.
- يصل لأقصى نموه في نهاية الشهر الثالث للحمل.
- يبدأ في الانكماش في الشهر الرابع للحمل وتحل محله المشيمة في إفراز البروجسترون.

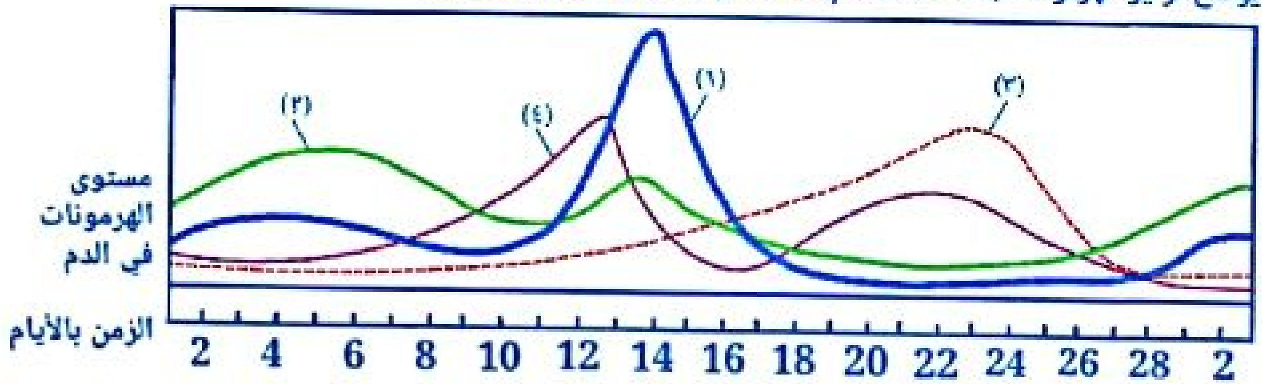
عدم حدوث إخصاب

يبدأ الجسم الأصفر في الضمور التدريجي فيقل إفراز البروجسترون فتتهدم بطانة الرحم وتمزق الشعيرات الدموية بسبب انقباضات الرحم ويخرج الدم.

مرحلة الطمث

Q A الشكل التالي:

يوضح تركيز الهرمونات (١،٢،٣،٤) بالدم أثناء الدورة الشهرية لأنثى الأنسان:



(أ) فسر الأحداث التالية بالشكل العلوي:

١- الهرمون (١) في قمة إفرازه.

٢- انخفاض مستوى الهرمون (٢) قبل التبويض مباشرةً.

٣- ارتفاع مستوى الهرمون (٣) بعد التبويض.

٤- انخفاض مستوى الهرمون (٤) بالقرب من حدوث التبويض.

(ب) في أي مرحلة من مراحل دورة الطمث يزداد إفراز الهرمونين (١) ، (٢) ؟

الإجابة

(أ)

١- لأن هذا الهرمون (LH) يؤدي إلى انفجار حويصلة جراف وتحرر البويضة وتكوين الجسم الأصفر.

٢- لأن هذا الهرمون (FSH) يحفز المبيض لإنضاج حويصلة جراف المحتوية على البويضة والتي يستغرق نموها حوالي ١٠ أيـــام أي قبل التبويض مباشرةً وبذلك يكون هذا الهرمون قد أدى مهمته وتم نضج حويصلة جراف تمامًا ولذلك يقل إفرازه وينخفض مستواه بالدم.

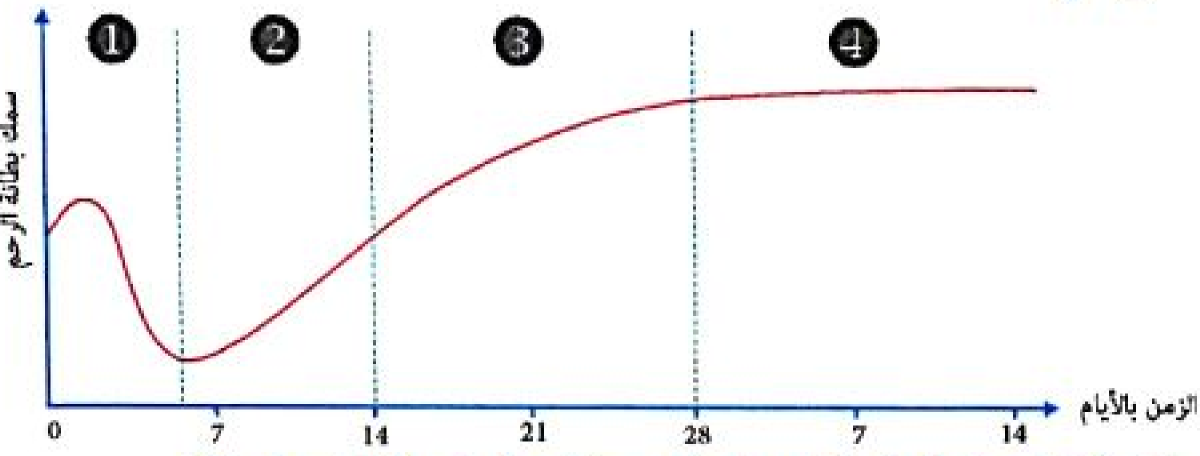
٣- لأن بقايا حويصلة جراف تتحول بعد التبويض إلى الجسم الأصفر الذي يفرز هذا الهرمون (البروجسترون) لذلك يرتفع مستواه بالدم بعد التبويض بعدة أيام.

٤- لأن حويصـلة جراف تفرز هذا الهرمون (الإسـتروجين) أثناء نموها ليعمل على إنماء بطانة الرحم والتي تصل لتمـــام نموها بوصـــول هذا الهرمون إلى قمة إفرازه بالقرب من حدوث التبويض وبالتالي يقل إفرازه وينخفض مســتواه بالدم عندما يفرز الفص الأمامي للغدة النخامية الهرمون المصفر (LH) الذي يسبب انفجار حويصلة جراف وتحرر البويضة.

(ب) يزداد إفراز هرمون (LH) أثناء مرحلة التبويض، بينما يزداد إفراز هرمون (FSH) أثناء مرحلة نضج البويضة.



Q A المنحنى التالي:



يمثل سمك بطانة الرحم لامرأة متزوجة على مدار شهرين متتاليين، في ضوء ذلك اجب عن الآتي:

١- يختلف سمك بطانة الرحم في المرحلة (١) عن المرحلة (٢) .. وضح مع التفسير.

٢- ما العلاقة بين الغدة النخامية وسمك بطانة الرحم في المرحلة (٣) ؟

٣- في حالة فحص عينة دم لهذه المرأة على مدار شهرين متتاليين، رتب الهرمونات الجنسية ترتيبا زمنيًا من حيث أعلى تركيز لها في الدم.

٤- أعط تفسيرًا علميًا دقيقًا لكل من:

أ- عدم عودة المنحنى إلى مساره الطبيعي في المرحلة (٤).

ب- قد تحدث المرحلة (١) دون حدوث المرحلة (٣) في بعض الحالات.

الإجابة

١-

المرحلة (١): يقل سمك بطانة الرحم تدريجيا؛ بسبب عدم حدوث إخصاب للبويضة في الدورة السابقة مما يؤدي إلى انكماش الجسم الأصفر تدريجيًا فيقل إفراز هرمون البروجسترون مما يؤدي إلى تهدم بطانة الرحم وتمزق الشعيرات الدموية ونزول الدم.

المرحلة (٢): يزداد سمك بطانة الرحم تدريجيا؛ بسبب إفراز الفص الأمامي من الغدة النخامية هرمون FSH المحفز لنضج البويضة داخل حويصلة جراف وإفرازها لهرمون الإستروجين الذي يعمل على إنماء بطانة الرحم بعد تهدمها.

٢- يفرز الفص الأمامي (الجزء الغدي) من الغدة النخامية هرمون LH الذي يسبب انفجار حويصلة جراف وتحرر البويضة وتكوين الجسم الأصفر من بقاياها والذي يفرز هرمون البروجسترون الذي يعمل على زيادة سمك بطانة الرحم وزيادة الإمداد الدموي لها.

٣- الترتيب زمنيًا: FSH ثم الإستروجين ثم LH ثم البروجسترون.

٤-

أ- بسبب حدوث إخصاب للبويضة وعدم انكماش الجسم الأصفر واستمراره في إفراز هرمون البروجسترون مما يمنع التبويض فتتوقف الدورة الشهرية لما بعد الولادة ويزداد سمك الرحم تدريجيا ويزداد إمداده الدموي استعدادا لانغماس الجنين.

ب- يحدث ذلك عند تناول أقراص منع الحمل حيث تحتوي على هرمونات صناعية تشبه الإستروجين والبروجسترون تهيئ الرحم وتزيد من سمكه دون حدوث تبويض يليها تهدم لبطانة الرحم وحدوث الطمث.

فسر ؟

- **يتضخم جدار الرحم ويصبح غديًا بمجرد إخصاب البويضة.**

بسبب إفراز هرمون البروجسترون الذي يعمل على زيادة سمك بطانة الرحم وزيادة الإمداد الدموي بها عن طريق الجسم الأصفر خلال الأشهر الثلاثة الاولى من الحمل وعن طريق المشيمة بداية من الشهر الرابع من الحمل.

- **يحدث الطمث في أنثى الإنسان في فترات منتظمة في الحالات العادية.**

لانتظام الفص الأمامي في الغدة النخامية في إفراز كل من:

- هرمون التحوصل FSH الذي يحفز المبيض لإنتاج حويصلة جراف..
- هرمون المصفر LH الذي يسبب انفجار حويصلة جراف وتحرر البويضة وتكوين الجسم الأصفر من بقايا حويصلة جراف..

، وذلك في فترات منتظمة.

- **توقف الدورة الشهرية أثناء فترة الحمل (أو) عدم حدوث تبويض لدى الأنثى الحامل.**

لأنه أثناء فترة الحمل يبقى الجسم الأصفر ليفرز هرمون البروجسترون حتى نهاية الشهر الثالث للحمل ثم تحل محله المشيمة في إفراز هذا الهرمون مما يمنع التبويض فتتوقف الدورة الشهرية لما بعد الولادة.

- **لا يحدث إجهاض للجنين لو تحلل الجسم الأصفر في نهاية الشهر الثالث للحمل.**

لأن المشيمة يكون قد اكتمل نموها في الرحم فتحل محل الجسم الأصفر في إفراز هرمون البروجسترون الذي يعمل على زيادة سمك بطانة الرحم وزيادة الإمداد الدموي بها وتثبيت الجنين.

تساؤلات:

١

ماذا يحدث عند استئصال المبيضين أثناء فترة الحمل ؟

هناك احتمالان:

- **إذا تم استئصال المبيضين خلال الأشهر الثلاثة الاولى من الحمل:** يحدث إجهاض؛ بسبب ضمور الجسم الأصفر الذي يفرز هرمون البروجسترون الذي يعمل على زيادة سمك بطانة الرحم وزيادة الإمداد الدموي بها لتثبيت الجنين.
- **إذا تم استئصال المبيضين بعد الشهر الثالث من الحمل:** لا يحدث إجهاض ويستمر الحمل بصورة طبيعية لأن المشيمة يكون قد اكتمل نموها في الرحم فتحل محل الجسم الأصفر في إفراز هرمون البروجسترون.

٢

ماذا يحدث عند استئصال أحد المبيضين من امرأة حامل في شهرها الثاني ؟

هناك احتمالان:

- **إذا كان المبيض الذي تم إزالته هو المبيض الذي أنتج البويضة:** يحدث إجهاض؛ بسبب ضمور الجسم الأصفر فيتوقف إفراز هرمون البروجسترون.
- **إذا تم إزالة المبيض الذي لم ينتج البويضة التي تم إخصابها:** لا يحدث إجهاض ويستمر الحمل بصورة طبيعية.



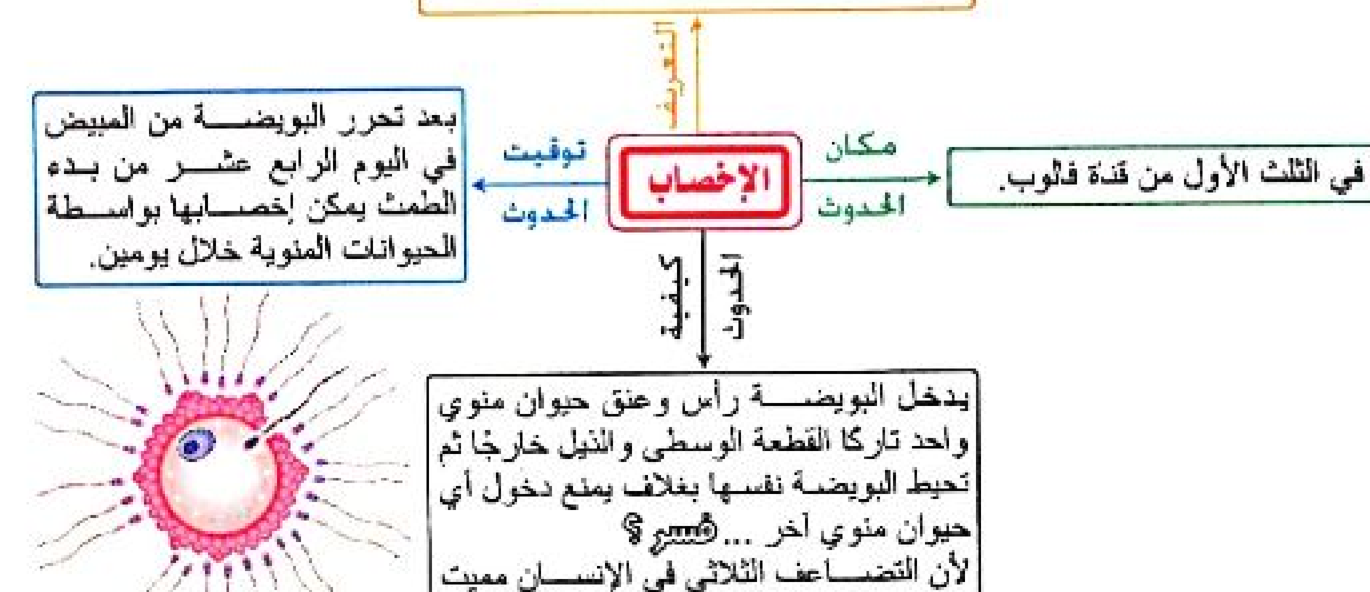
٣

ما يحدث عند إفراز كميات غير كافية من هرمون FSH ، LH عند امرأة متزوجة ؟

عدم نضج حويصلة جراف وعدم انطلاق بويضة جديدة من أحد المبيضين فلا يتكون الجسم الأصفر وعدم إفراز هرمون الإستروجين والبروجسترون وبالتالي لن يحدث إنماء لبطانة الرحم ولن يزيد سمكها مما يؤدي لخلل في الدورة الشهرية وعدم حدوث حمل.

الإخصاب Fertilization

عملية اندماج نواة المشيج المذكر (الحيوان المنوي) مع نواة المشيج المؤنث (البويضة) لتكوين الزيجوت الذي ينقسم ميتوزيًا مكونًا الجنين.



ملحوظة

- **قد يعتبر الرجل عقيمًا إذا كان عدد الحيوانات المنوية أقل من ٢٠ مليون في كل مرة تزاوج ... فسر؟**

لأنه:

١- **يفقد الكثير من الحيوانات المنوية أثناء رحلتها للوصول لمكان المشيج الأنثوي للتغلب على حامضية المهبل وإفراز الرحم.**

٢- **يلزم أن يشترك عدد كبير من الحيوانات المنوية في إفراز إنزيم الهيالويورنيز الذي يعمل على إذابة غلاف البويضة المتماسك بفعل حمض الهيالويورنيك لإتمام عملية الإخصاب.**

استنتاج

- **أول ميتوكوندريا يحصل عليها الجنين تكون من الأم فقط وليس من الأب ... علل؟**

لأنه أثناء عملية الإخصاب يدخل البويضة رأس وعنق الحيوان المنوي فقط بينما تظل القطعة الوسطى (التي تحتوي على الميتوكوندريا والذيل) خارجًا فلا تشترك في تكوين اللاقحة وبالتالي تكون أول ميتوكوندريا تدخل في تكوين اللاقحة هي الموجودة داخل بويضة الأم فقط.

ماذا يحدث عند وصول الحيوانات المنوية إلى قناة فالوب؟

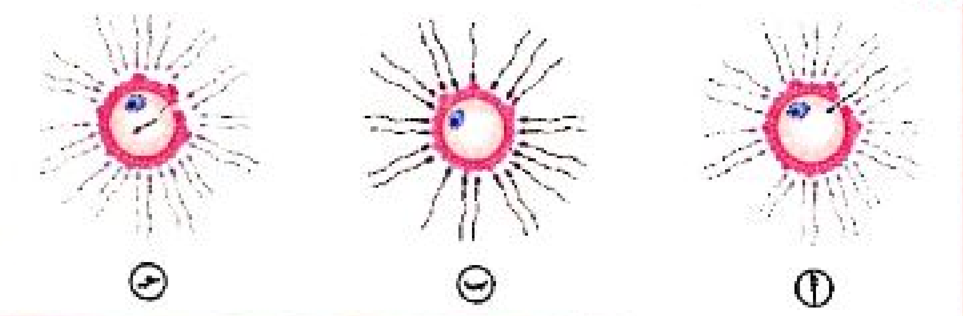
١ **في اليوم العاشر من بدء الطمث**: لن يحدث إخصاب فلا تتكون لاقحة ولا جنين؛ لأن الحيوانات المنوية تموت قبل تحرر البويضة في اليوم الرابع عشر من بدء الطمث حيث تبقى حية داخل الجهاز التناسلي الأنثوي من (٢ : ٣) يوم.

٢ **في اليوم الثالث عشر من بدء الطمث**: تبقى الحيوانات المنوية حية داخل الجهاز التناسلي للأنثى من (٢ : ٣) يوم وعندما تتحرر البويضة في اليوم الرابع عشر قد يتم إخصابها في الثلث الأول من قناة فالوب وبالتالي تتكون لاقحة تنمو إلى جنين.

٣ **في اليوم التاسع عشر من بدء الطمث**: لن يحدث إخصاب فلا تتكون لاقحة ولا جنين؛ لهلاك البويضة لأنها لا تكون جاهزة للإخصاب إلا خلال يومين من تحررها في اليوم الرابع عشر من بدء الطمث.

أداء ذاتي

١ أي الأشكال التالية تعبر عن عملية الإخصاب بطريقة صحيحة ؟ ....



Ⓐ أ   ب   جـ   د

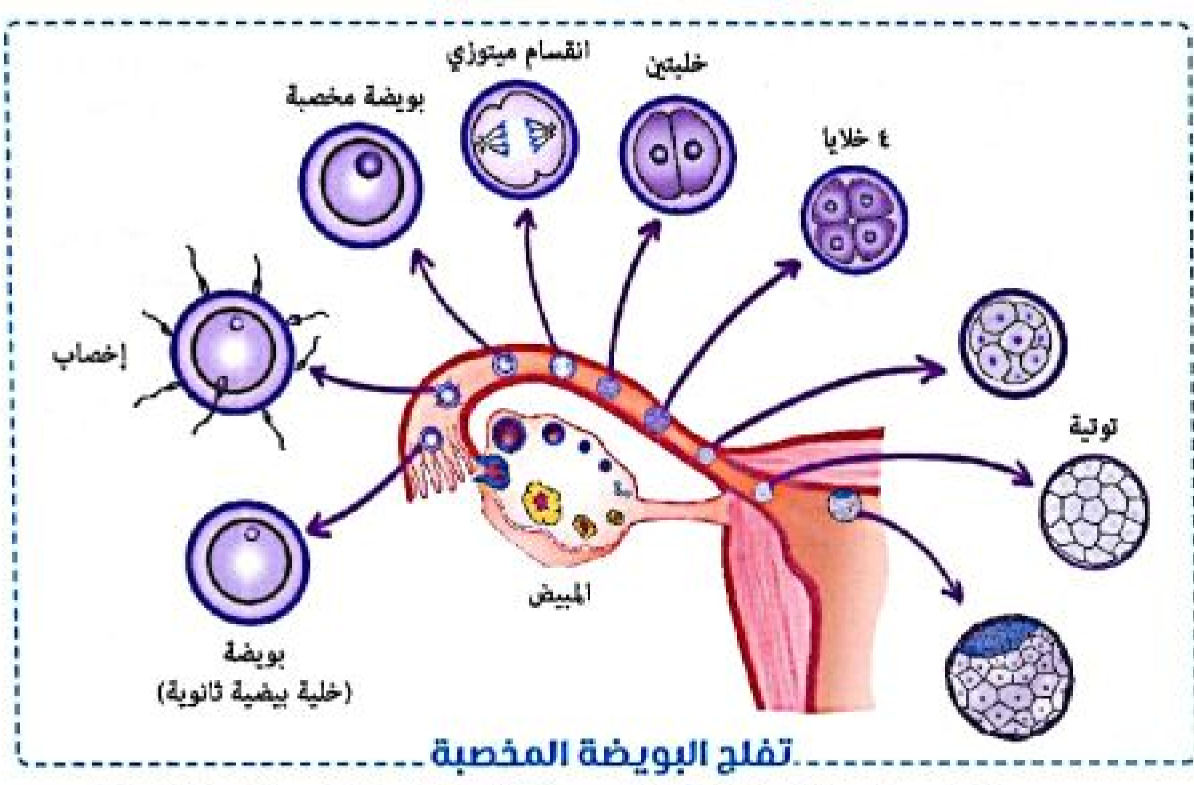
٢ أي الأشكال البيانية التالية تعبر عن العلاقة بين كمية الإفرازات المخاطية التي يفرزها المهبل وفرص الحمل والإنجاب ؟ ....

أ   ب   جـ   د

٣ إذا علمت أن نزول الطمث بدأ عند امرأة متزوجة يوم ١٥ من شهر ابريل. فأي الأيام التالية يمكن أن يحدث فيها جماع ينتج عنه إخصاب ؟ ....

(أ) ٢٤ إبريل   (ب) ٢٨ إبريل   (جـ) ٤ مايو   (د) ٩ مايو

الحمل ونمو الجنين



تفلج البويضة المخصبة

1. **بعد يوم من الإخصاب:** تنقسم اللاقحة (الزيجوت) انقسامًا ميتوزيًا إلى خليتين (فلجتين).
2. **بعد يومين من الإخصاب:** تتضاعف الخليتان إلى أربع خلايا.
3. يتكرر الانقسام حتى تتحول إلى كتلة من الخلايا الصغيرة تعرف بـ«التوتية **Morula**» التي تهبط بدفع أهداب قناة فالوب لها لتصل إلى الرحم وتنغمس بين ثنايا بطانة الرحم السميكة في نهاية الأسبوع الأول.

التوتية

كتلة من الخلايا الصغيرة ناتجة عن الانقسام الميتوزي للزيجوت تنغمس في ثنايا بطانة الرحم في نهاية الأسبوع الأول من الحمل بواسطة دفع أهداب قناة فالوب لها.

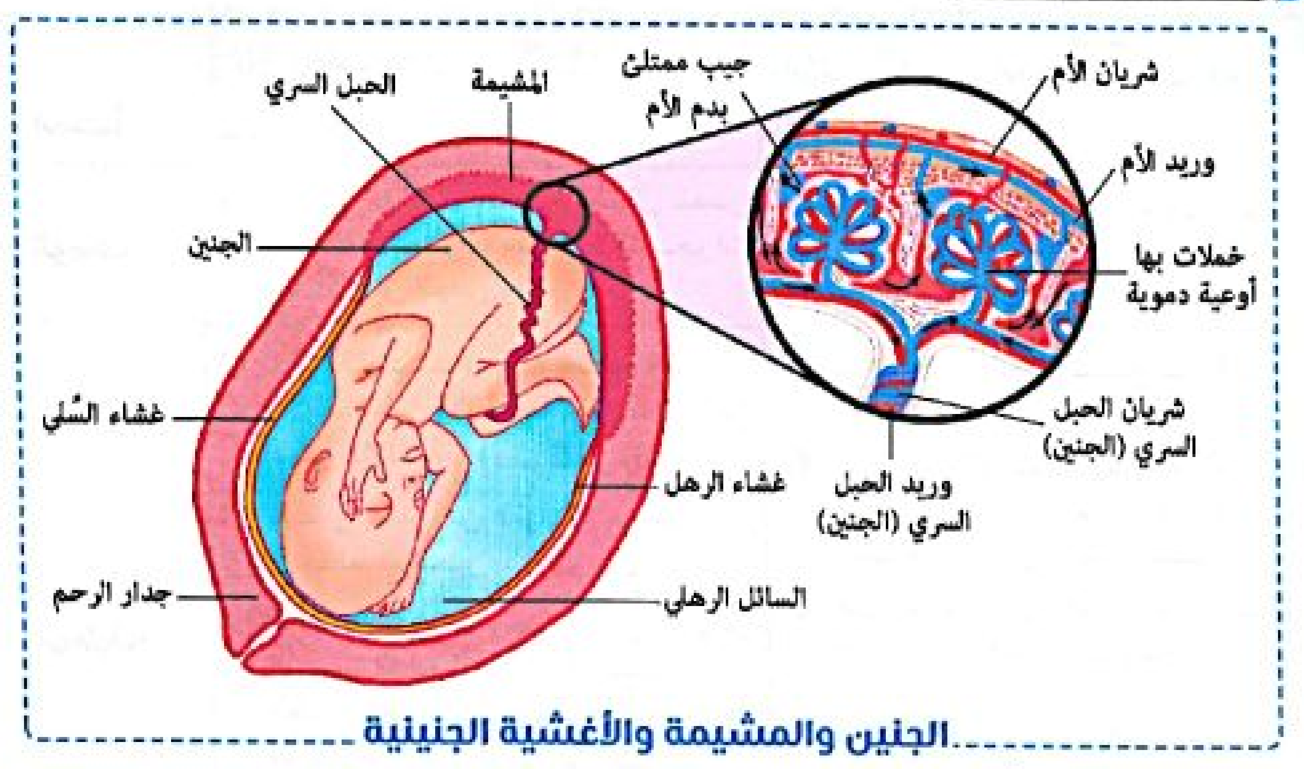
4. يتزايد نمو الجنين ويتدرج بناء الأنسجة وتكوين الأعضاء وينشأ حول الجنين أغشية تعرف بـ«الأغشية الجنينية».

ملحوظات

- **تتميز بطانة الرحم بالإمداد الدموي اللازم لتكوين الجنين طوال أشهر الحمل التسعة.**
- **تتم عملية الإخصاب في الثلث الأول من قناة فالوب ... علل ؟**

لأن البويضة مشيج أنثوي ساكن تحتاج للمرور خلال قناة فالوب ودفعها بواسطة الأهداب ما يقرب من أسبوع في حين أن المتوسط الزمني للمدة التي تستطيع البويضة أن تبقى فيها حية داخل الأنثى (١ : ٢) يوم ثم تموت وتتحلل، كما أن الثلث الاول من قناة فالوب هو الجزء الأوسع فيسع أكبر عدد من الحيوانات المنوية وهو مبطن بطبقة تفرز سائلًا يعمل على تغذية الحيوانات المنوية بعد رحلتها الطويلة داخل الجهاز التناسلي الأنثوي فتزداد فرص الإخصاب في كل مرة تزاوج.

الأغشية الجنينية



الجنين والمشيمة والأغشية الجنينية

- **يوجد نوعان من الأغشية الجنينية:**

غشاء الرهل (الأمنيون) (Amnion)	غشاء السلي (الكوريون) (Chorion)
الغشاء الداخلي.	الغشاء الخارجي.
يحيط بالجنين داخل الرحم.	يحيط بغشاء الرهل داخل الرحم.
يحتوي على سائل يحمي الجنين من الجفاف ويساعده على تحمل الصدمات.	يعمل على حماية الجنين.
تلتحم حوافه لتكوين الحبل السري.	تلتحم حوافه لتكوين المشيمة.

أضف إلى معلوماتك

- **معلومات عن السائل الرهلي (الأمنيوني) amniotic fluid:**
  - **مكان إفرازه:** تفرزه خلايا خاصة توجد في الغشاء الرهلي بالإضافة إلى بعض سوائل الجنين.
  - **كميته:** تتراوح بين (١ : ١,٥) لتر تقريباً.
  - **أهميته:**
    1. حماية الجنين من الجفاف.
    2. يساعد الجنين على تحمل الصدمات.
    3. يسمح بحرية حركة الجنين.
    4. حماية الجنين من انقباضات الرحم في نهاية الحمل.
    5. تطهير قناة الولادة قبل نزول الجنين أثناء الولادة.

- مقارنة بين المشيمة والحبل السري:

	المشيمة	الحبل السري
المنشأ	تنشأ من غشاء السلى.	ينشأ من غشاء الرهل.
الوصف	بروزات أو خملات إصبعية الشكل تنغمس داخل بطانة الرحم وتتلامس فيها الشعيرات الدموية لكل من الجنين والأم.	نسيج غني بالشعيرات الدموية يصل طوله حوالي ٧٠ سم.
الوظيفة	❶ نقل المواد الغذائية المهضومة والماء والأكسجين والفيتامينات من دم الأم لدم الجنين بالانتشار. (عضو تنفس وتغذية) ❷ تخلص الجنين من المواد الإخراجية دون أن يختلط دم الجنين بدم الأم. (عضو إخراج) ❸ تفرز هرمون البروجسترون بدءً من الشهر الرابع للحمل وذلك بعد ضمور الجسم الأصفر وهكذا تصبح المشيمة هي مصدر البروجسترون. (غدة صماء) ❹ تفرز هرمون الريلاكسين الذي يزداد إفرازه عند نهاية فترة الحمل ليعمل على ارتخاء الارتفاق العاني ليسهل عملية الولادة الطبيعية. (غدة صماء)	❶ طوله ٧٠ سم حتى يسمح بحرية حركة الجنين. ❷ نقل المواد الغذائية المهضومة والماء والأكسجين والفيتامينات والأملاح من المشيمة إلى الدورة الدموية للجنين. ❸ نقل المواد الإخراجية وثاني أكسيد الكربون من الدورة الدموية للجنين إلى المشيمة.

ملحوظة:
- تقوم المشيمة بنقل العقاقير والمواد الضارة مثل الكحول والنيكوتين والفيروسات من دم الأم إلى الجنين مما يسبب له أضرارًا بالغة وتشوهات وأمراضًا.

أضف إلى معلوماتك
- الأوعية الدموية الموجودة في المشيمة:
  - شريانان: يحمل كل منهما دم غير مؤكسد من الجنين للمشيمة.
  - وريد: يحمل دم مؤكسد من المشيمة للجنين.
- تنتقل المواد من دم الأم للجنين والعكس بخاصية الانتشار نتيجة اختلاف تركيز تلك المواد في دم الأم والجنين.

أداء ذاتي

4 جميع المواد التالية قد تنتقل من التركيب شرايين الأم إلى التركيب أوردة الجنين ماعدا ....
(أ) الأحماض الأمينية (ب) فيروس الإيدز (ج) الصفائح الدموية (د) نيكوتين السجائر

مراحل تكوين الجنين

تنقسم فترة تكوين الجنين إلى ثلاث مراحل، كالتالي:

المرحلة	
المرحلة الأولى	تشمل الثلاث شهور الأولى، حيث: • يبدأ تكوين الجهاز العصبي والقلب (في الشهر الأول). • تتميز العينان واليدان. • يتميز الذكر عن الأنثى إذ تتكون الخصيتان في الأسبوع السادس ويتكون المبيضان في الأسبوع الثاني عشر. • يصبح للجنين القدرة على الاستجابة.
المرحلة الثانية	تشمل الثلاث شهور الوسطى، حيث: • يكتمل نمو القلب إذ تسمع دقاته. • يتكون الجهاز العظمي. • تكتمل أعضاء الحس. • يزداد نمو الجنين في الحجم.
المرحلة الثالثة	تشمل الثلاث شهور الأخيرة، حيث: • يكتمل نمو المخ. • يستكمل نمو باقي الأجزاء الداخلية. • يتباطأ نمو الجنين في الحجم. • يبدأ تفكك المشيمة ويقل إفراز هرمون البروجسترون ويقل تماسك الجنين في الرحم استعدادًا للولادة.

أداء ذاتي

5 يتمايز الذكر قبل الأنثى أثناء التكوين الجنيني، يبدأ الذكر في البلوغ قبل الأنثى.
(أ) العبارتان صحيحتان وبينهما علاقة (ب) العبارة الأولى صحيحة والثانية خطأ
(ج) العبارة الأولى خطأ والثانية صحيحة (د) العبارتان خطأ

6 أي الأحداث التالية تصاحب مرحلة الثالثة للتكوين الجنيني ؟ ....
(أ) بداية تكوين المخ
(ب) التمايز الجنسي لنوع الجنين
(ج) اكتمال نزول الخصيتين خارج تجويف الجسم
(د) الأولى والثالثة



الولادة والرضاعة

الولادة



توقيت الولادة: تحدث غالبًا في الشهر التاسع من الحمل.

كيفية حدوث الولادة:

1. يبدأ تفكك المشيمة من الرحم وبالتالي يقل إفراز هرمون البروجسترون.
2. يقل تماسك الجنين بالرحم؛ استعدادًا للولادة.
3. تنقبض عضلات الرحم بشكل متتابع وسريع فيندفع الجنين إلى الخارج فيما يعرف بـ«**المخاض**».
4. يصرخ المولود حتى يبدأ جهازه التنفسي في العمل إثر هذه الصرخة.
5. تنفصل المشيمة من جدار الرحم وتطرد للخارج.
6. يتم قطع الحبل السري من جهة المولود.

الرضاعة

توقيت حدوثها: بعد قطع الحبل السري من جهة المولود ليتحول غذاء الطفل إلى لبن الأم.

أهمية لبن الرضاعة:
- يعتبر أثمن غذاء جسدي وعاطفي.
- حماية الطفل من الكثير من الاضطرابات العضوية والنفسية في مرحلة طفولته ومستقبله أيضًا.

كيفية حدوثها:

الجزء الغدي — الجزء العصبي

الأوكسيتوسين: الذي له أثر مشجع في اندفاع (نزول) الحليب من الغدد اللبنية بعد الولادة استجابة لعملية الرضاعة.

البرولاكتين: يعمل على إفراز اللبن من الغدد اللبنية في الثدي.

ملحوظات

- **العمر المناسب للحمل:**
  - عمر الأنثى: من ١٨ : ٣٥ سنة، وإذا قل أو زاد العمر عن ذلك، يتعرض كل من الأم والجنين لمتاعب خطيرة كما تزداد احتمالات التشوه الخلقي بين أبنائها.
  - عمر الذكر: لا يكون الزوج مسنًا.
- **مدة الحمل:** تختلف باختلاف نوع الكائن الحي كما يلي:
  - الإنسان: ٢٧٠ يوم (٩ شهور).
  - الأغنام : ١٥٠ يوم (٥ شهور).
  - الفئران : ٢١ يوم (٣ أسابيع).

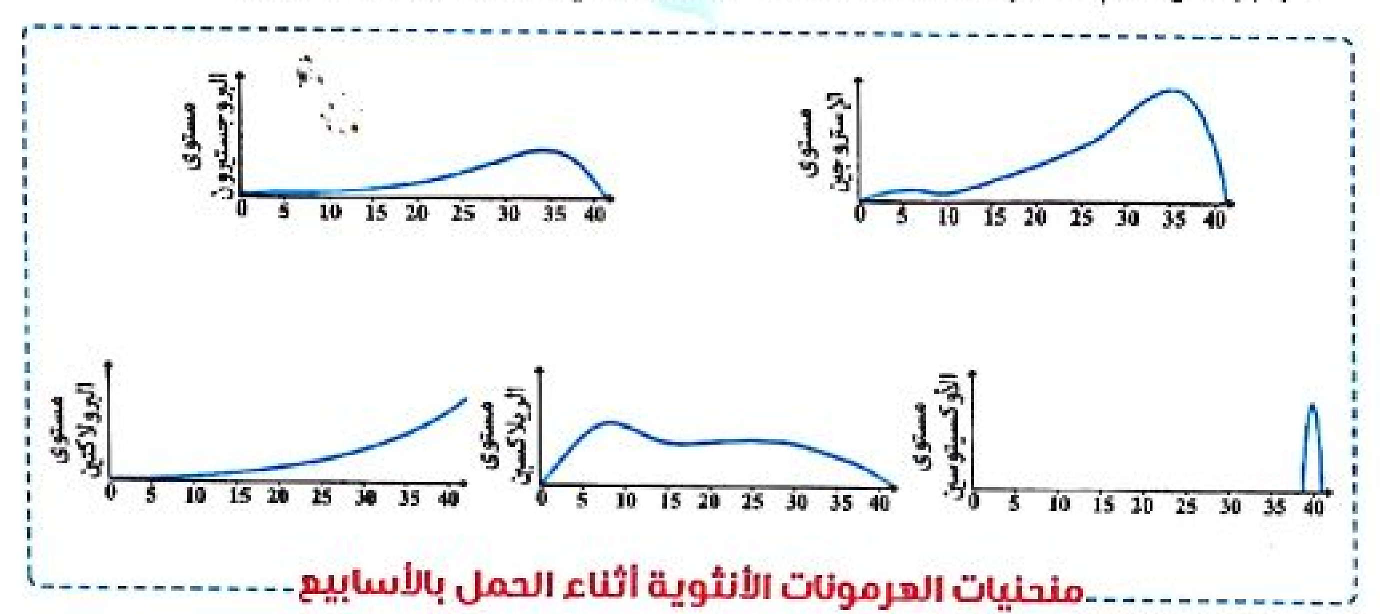
أضف إلى معلوماتك

- يعتبر اللبن أثمن غذاء جسدي وعاطفي؛ لأنه يحتوي على كميات كبيرة من الأجسام المضادة IgA والفيتامينات والبروتينات مثل الكازين والدهون والسكريات كالفركتوز.

- **تساؤل:**

قد يولد الأطفال بنسبة عالية من التشوهات الخلقية ؟

- لأن عمر الأنثى قد يقل عن ١٨ سنة أو يزيد عن ٣٥ سنة أو قد يكون الزوج مسنًا مما يعرض الأم والجنين لمتاعب خطيرة كما تزداد احتمالات التشوه الخلقي بين أبنائها.
- بسبب تناول الأم العقاقير الضارة والكحولات والنيكوتين والتي تنتقل للجنين عبر المشيمة.



منحنيات الهرمونات الأنثوية أثناء الحمل بالأسابيع

تعدد المواليد

- عادة ما يولد جنين واحد في كل مرة.

ولكن في بعض الأحيان تتعدد المواليد حتى ستة أطفال في المرة الواحدة.

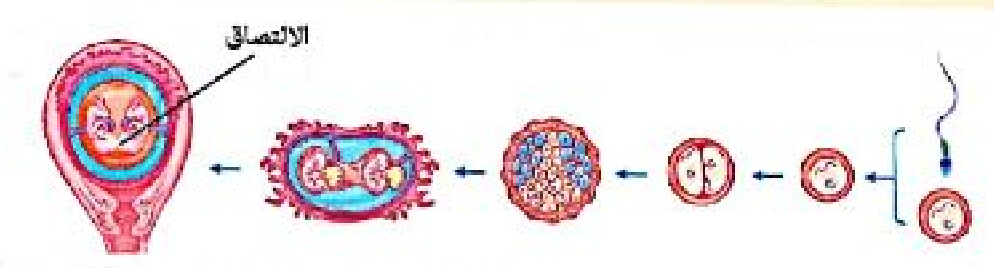
- تعتبر التوائم الثنائية حيث تصل نسبتها في العالم إلى (١ توائم ثنائية : ٨٦ ولادة فردية)، وتندر التوائم المتعددة.

- هناك نوعان من التوائم، هما:

	توائم غير متماثلة - متآخية Dizygotic Twins (ثنائية اللاقحة)	توائم متماثلة Monozygotic Twins (أحادية اللاقحة)
كيفية الحدوث	ينتج من تحرر بويضتين من مبيض واحد أو الاثنين وإخصاب كل منهما بحيوان منوي على حدة.	ينتج من تحرر بويضة واحدة وإخصابها بحيوان منوي واحد فتنقسم اللاقحة أثناء تفلجها إلى جزئين ينمو كل جزء مكونًا جنينًا.
الشكل التوضيحي	غشاء السلي، المشيمة، الحبل السري، غشاء الرهل	المشيمة، غشاء السلي، الحبل السري، غشاء الرهل
التركيب	لكل جنين منهما كيس جنيني ومشيمة مستقلة.	للجنينين مشيمة واحدة.
الجينات والصفات الوراثية	يحملان جينات مختلفة وبالتالي يختلفان في الصفات الوراثية (شقيقان لهما نفس العمر).	يحملان نفس الجينات وبالتالي يتطابقان تمامًا في جميع الصفات الوراثية.
الجنس	قد يختلفان في الجنس.	لهما نفس الجنس.
كمية البروجسترون المفرزة لدى الأم	تفرز كمية أكبر من البروجسترون.	تفرز كمية أقل من البروجسترون.
عدد المشيمات الناتجة بعد الولادة	يتم فصل مشيمتين من جدار الرحم.	يتم فصل مشيمة واحد من جدار الرحم.

التوأم السيامي

توأم متماثل يولد ملتصقًا في مكان ما في الجسم ويمكن الفصل بينهما جراحيًا في بعض الحالات.



مشاكل مرتبطة بالإنجاب

هناك مشاكل مرتبطة بالإنجاب في الإنسان، هي:
- **مشكلة زيادة النسل:** يستخدم في حلها وسائل منع الحمل.
- **مشكلة العقم:** يستخدم في حلها وسائل علمية متطورة.

أهم وسائل حلول هذه المشاكل:

وسائل منع الحمل

يتم منع الحمل بعدة طرق:

	١ الأقراص	٢ اللولب	٣ الواقي الذكري
آلية عملها	♦ يبدأ استخدامها بعد انتهاء الطمث ولمدة ٣ أسابيع متتالية. ♦ تحتوي على هرمونات صناعية تشبه الإستروجين والبروجسترون.	يستقر اللولب في الرحم لمنع استقرار البويضة المخصبة في بطانة الرحم.	يستخدمه الذكر لمنع دخول الحيوانات المنوية إلى المهبل.
التبويض	تمنع التبويض.	لا يمنع التبويض.	لا يمنع التبويض.
الإخصاب	تمنع الإخصاب.	لا يمنع الإخصاب.	يمنع الإخصاب.
حدوث الانقسام الميوزي الثاني للبويضة	لا يحدث.	لا يحدث.	لا يحدث.

٤ التعقيم الجراحي:
- للذكر: يتم ربط الوعاءين الناقلين أو قطعهما لمنع خروج الحيوانات المنوية خلالهما.
- للأنثى: يتم ربط قناتي فالوب أو قطعهما لمنع وصول الحيوانات المنوية إلى البويضة وإخصابها.

أضف إلى معلوماتك

• **فترات الأمان:**
إحدى وسائل منع الحمل يتم فيها تجنب الجماع بين الزوجين خلال فترة التبويض لدى المرأة من كل دورة شهرية لتقليل فرصة حدوث إخصاب للبويضة وبالتالي منع حدوث الحمل.

- تساؤل:

فسر: قد يؤدي الإفراط في تناول حبوب منع الحمل إلى أورام في الرحم والثدي.

لأنها تحتوي على هرمونات صناعية تشبه الاستروجين والبروجسترون تنبه الانقسامات الميتوزية في كل من نسيج الثدي وبطانة الرحم فيزداد حجم الثدي تدريجيا ويزداد سمك بطانة الرحم بمعدل أكبر من الطبيعي مسببا أورامًا سرطانية.

قد يحدث الطمث رغم عدم حدوث تبويض لدى بعض الإناث.

لأن ذلك قد يحدث في حالة تناول المرأة أقراص منع الحمل التي تحتوي على هرمونات صناعية تشبه الإستروجين والبروجسترون مما يمنع عملية التبويض ويهيئ الرحم للحمل لفترة محدودة ثم تتهدم بطانته تدريجيًا والتي يصاحبها نزيف وخروج الدم فيما يعرف بالطمث.

استنتاجات

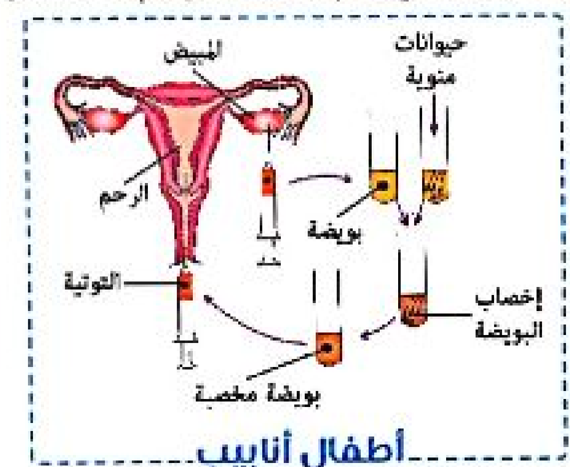
• أكثر وسائل منع الحمل كفاءة هي "التعقيم الجراحي"، بينما أقل وسائل منع الحمل كفاءة هي "استخدام فترات الأمان".
• في حالة التعقيم الجراحي للذكر يُنتج الذكر سائلا منوي لا يحتوي على حيوانات منوية.

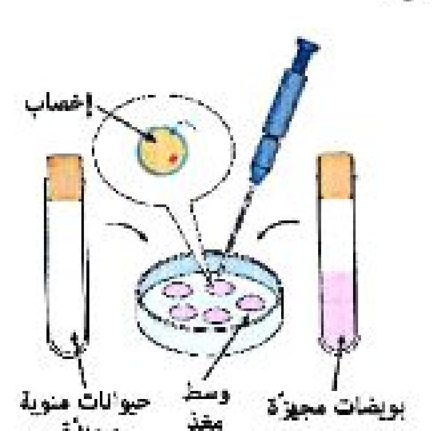
وسائل علاج العقم

يوجد عدة وسائل علمية متطورة لعلاج هذه المشكلة، أشهرها:

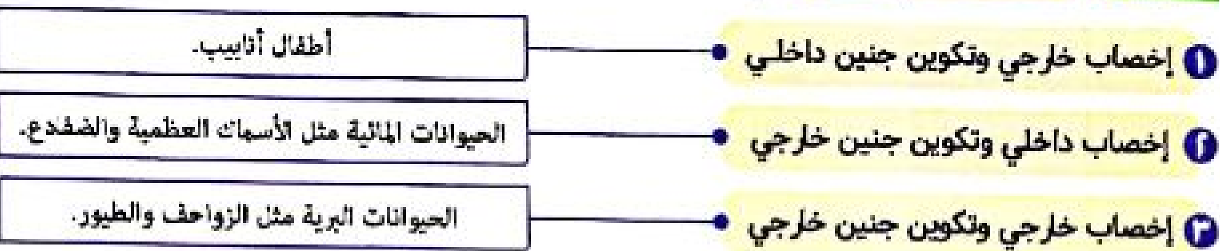
أطفال الأنابيب

- يتم فصل بويضة من مبيض المرأة وإخصابها بحيوان منوي من زوجها داخل أنبوبة اختبار.
- يتم رعاية البويضة في وسط غذائي مناسب حتى تصل لمرحلة التوتية.
- يُعاد زراعة التوتية في رحم الزوجة حتى يتم اكتمال نمو الجنين.





اذكر مثالا لكل مما يأتي:



أضف إلى معلوماتك

• **أسباب العقم لدى الرجال:**
يوجد العديد من الأسباب منها:
- نقص عدد أو حركة الحيوانات المنوية.
- عدم هبوط الخصيتين من تجويف البطن إلى كيس الصفن.
- مهاجمة الأجسام المضادة للحيوانات المنوية. (مرض مناعي ذاتي).
- وجود نسبة كبيرة من الحيوانات المنوية المشوهة في السائل المنوي.
- خلل في إفراز هرمونات الغدة النخامية.

• **أسباب العقم لدى النساء:**
- خلل في الهرمونات المفرزة من الغدة النخامية أو المبيضين.
- تكوين أجسام مضادة ضد الحيوانات المنوية في جسم الأنثى.
- انسداد قناة فالوب بشكل كامل.
- وجود أورام أو التهابات في بطانة الرحم.

أداء ذاتي

٧ أي الأشكال البيانية التالية تمثل كمية البروجسترون المفرزة لدى أم حامل في توأم غير متماثل وأخرى حامل في توأم متماثل ؟ ....

■ حامل في توأم غير متماثل
■ حامل في توأم متماثل

كمية البروجسترون المفرزة

(أ) (ب) (ج) (د)

٨ أي العبارات التالية صحيحة عن الآلية الموضحة بالشكل المقابل ؟ ....
(أ) تعتبر وسيلة انعكاسية لمنع الحمل
(ب) تمنع تحرر البويضات من المبيضين
(ج) لا يصاحبها نزول دم أثناء الحيض
(د) يمكن لهذه المرأة أن تنجب عن طريق أطفال الأنابيب

٩ أي العبارات التالية صحيحة عن الآلية الموضحة بالشكل المقابل ؟ ....
(أ) تعتبر أكثر وسائل منع الحمل فاعلية
(ب) يمكن من خلالها الإنجاب وقت الحاجة
(ج) يحدث مع هذه الوسيلة تبويض ولا يحدث إخصاب
(د) لا يحدث مع هذه الوسيلة تبويض ولا إخصاب

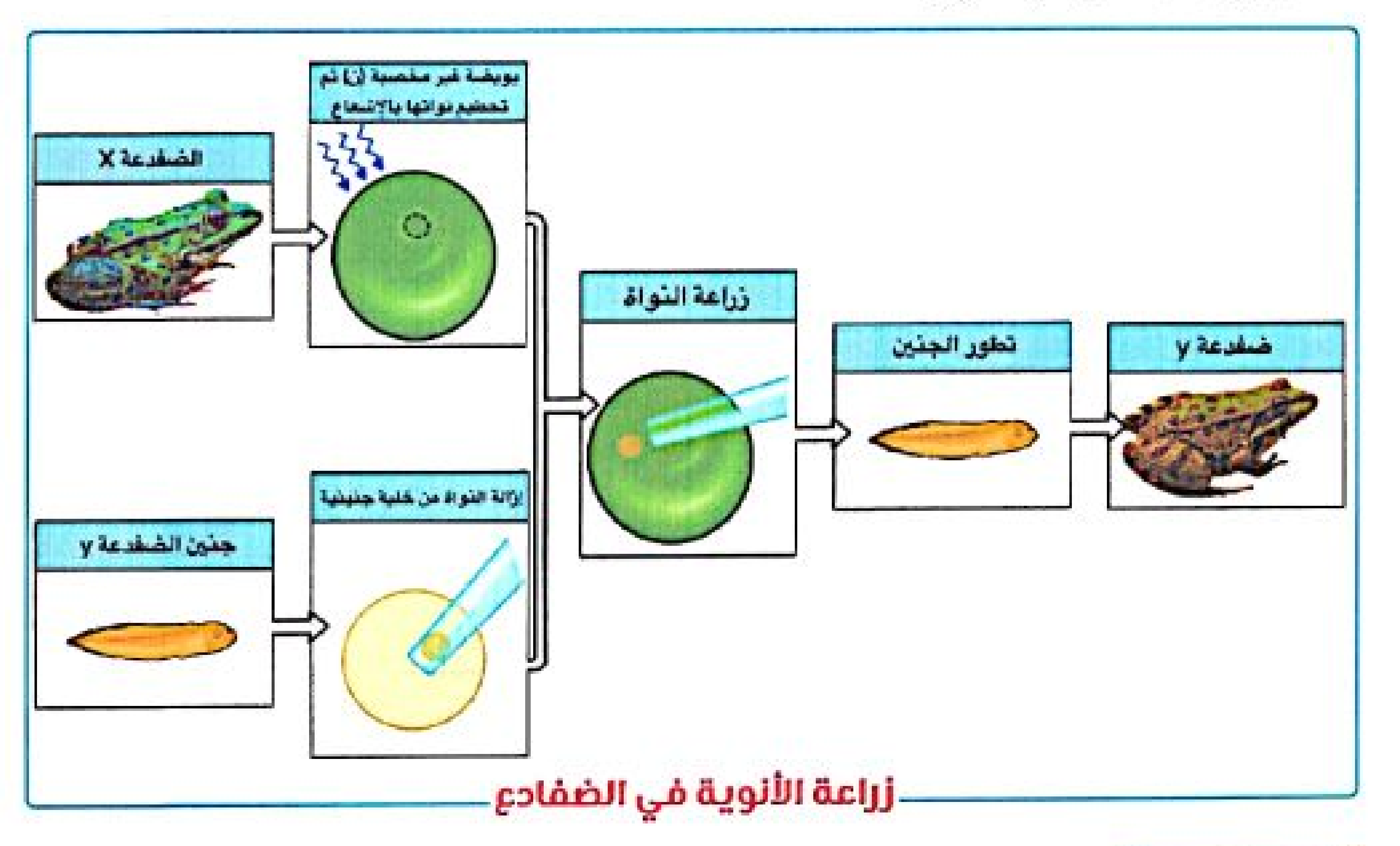
زراعة الأنوية

إحلال نواة خلية جنينية متقدمة محل نواة بويضة غير مخصبة لنفس نوع الكائن الحي قد سبق نزع نواتها أو تحطيمها بالإشعاع فتنمو إلى فرد جديد ينتمي في صفاته للنواة المزرعة.

أمثلة: الضفادع والفئران.

تجربة على الضفدعة

1. تم إزالة أنوية خلايا أجنة الضفدعة في مراحل مختلفة من النمو.
2. تم زراعة هذه الأنوية في بويضات غير مخصبة للضفادع قد سبق نزع أنويتها أو تحطيمها بالإشعاع.
3. مضت كل من هذه البويضات في النمو العادي إلى أفراد لهم صفات الأنوية المزروعة.
4. أمكن من ذلك إثبات قدرة الأنوية المنزرعة (النواة التي جاءت من خلية من جنين متقدم) على توجيه نمو الجنين مثل نواة اللاقحة الأصلية نفسها.



زراعة الأنوية في الضفادع

تجربة على فأر

عند زراعة نواة إحدى خلايا جنين فأر A مكان بويضة فأر غير مخصبة B في رحم أم ثالثة C فإنها تنمو وتعطي فرد جديد ينتمي في صفاته إلى الأم A صاحبة النواة المنزرعة.

- تساؤلات:

١

كيف تحصل من بويضة غير مخصبة على فرد كامل بطريقتين مختلفتين ؟ وكيف تميز بينهما ؟

- **عن طريق:**

- **زراعة الأنوية:** وذلك بإحلال نواة خلية جنينية متقدمة محل نواة بويضة غير مخصبة لنفس نوع الكائن الحي قد سبق نزع نواتها أو تحطيمها بالإشعاع فتنمو إلى فرد جديد ينتمي في صفاته للنواة المنزرعة.
- **التوالد البكري الصناعي:** وذلك بتنشيط البويضة بواسطة تعريضها لصدمة حرارية أو كهربائية أو للإشعاع أو لبعض الأملاح أو للرج أو الوخز بالإبر فتتضاعف صبغياتها بدون إخصاب مكونة أفرادًا تشبه الأم تمامًا.

- **يمكن التمييز بينهما عن طريق الجنس حيث يكون:**
  - الفرد الناتج من التوالد البكري الصناعي دائمًا أنثى.
  - الفرد الناتج من زراعة الأنوية قد يكون ذكرًا أو أنثى حسب النواة المنزرعة.

٢

كيف تحصل على فئران ذكور من بويضات فقط ؟

عن طريق تقنية زراعة الأنوية، حيث يتم إزالة أنوية من خلايا أجنة فئران كان مقرر لها أن تكون ذكورًا ويتم زراعتها في بويضات غير مخصبة سبق نزع نواتها أو تحطيمها بالإشعاع فتنمو إلى فئران ذكور.

٣

كيف تحصل على جنين الضفدعة بثلاث طرق مختلفة، موضحا جنس الجنين ؟

- **توالد بكري صناعي:** وذلك بتنشيط البويضة بواسطة تعريضها لصدمة حرارية أو كهربائية أو للإشعاع أو لبعض الأملاح أو للرج أو الوخز بالإبر فتتضاعف صبغياتها بدون إخصاب مكونة أفراد تشبه الأم تمامًا.
جنس الجنين: أنثى.
- **زراعة أنوية:** وذلك بإحلال نواة خلية جنينية متقدمة محل نواة بويضة غير مخصبة لنفس نوع الكائن الحي قد سبق نزع نواتها أو تحطيمها بالإشعاع فتنمو إلى فرد جديد ينتمي في صفاته للنواة المنزرعة.
جنس الجنين: ذكر أو أنثى حسب نواة الجنين.
- **إخصاب طبيعي خارجي:** وذلك في الماء بين ذكر وأنثى فتنمو اللاقحة وتنقسم مكونة الجنين.
جنس الجنين: ذكر أو أنثى.

٤

اذكر ثلاث حالات تتحول فيها الخلية (ن) إلى خلية (٢ن).

التوالد البكري الصناعي - زراعة الأنوية - الاقتران في الأسبيروجيرا.

٥

يمكن نقل عضو من أحد التوائم المتماثلة للآخر دون حدوث خلل وظيفي.

لأن التوأم المتماثل ينتج من تحرر بويضة واحدة وإخصابها بحيوان منوي واحد مكونًا لاقحة تنقسم أثناء تفلجها إلى جزئين ينمو كل جزء منهما مكونًا جنينًا ويكون للجنينين مشيمة واحدة وبالتالي يحملان نفس الجينات ويتطابقان في جميع الصفات الوراثية والجنس فلا يهاجم الجهاز المناعي العضو المنقول ولا يحدث خلل وظيفي.





مكان وجودها: توجد في بعض دول أوروبا وأمريكا خاصة للماشية والخيول.

أهميتها:

1. **الحفاظ على بعض الأنواع من الانقراض والإكثار منها وقت الحاجة:**
   - تحفظ أمشاج هذه الحيوانات في حالة تبريد شديد (-١٢٠°م) لمدة تصل إلى ٢٠ سنة.
   - تستخدم هذه الأمشاج بعد ذلك في التلقيح الصناعي حتى بعد وفاة أصحابها أو تعرض بعض الأنواع النادرة منها للانقراض.
2. **التحكم في جنس المواليد:**
   تجري بحوث للتحكم في جنس المواليد في حيوانات المزرعة، **من خلال:**
   - فصل الحيوانات المنوية ذات الصبغي (X) عن الحيوانات المنوية ذات الصبغي (Y) من خلال طريقتين:
     - وسائل معملية كالطرد المركزي.
     - تعريضها لمجال كهربي محدود.
   - يتم تطبيق هذه التقنية على الماشية **بهدف إنتاج:**
     - **ذكور فقط:** لإنتاج اللحوم.
     - **إناث فقط:** بهدف إنتاج الألبان والتكاثر (حسب الحاجة).

يرغب بعض الناس بالاحتفاظ بأمشاجهم في تلك البنوك ضماناً لاستمرار نسلهم حتى بعد وفاتهم بسنوات طويلة.

والسؤال الآن: هل ستنجح هذه التقنية في حالة الإنسان ؟

- تساؤل:

كيف يمكن الحصول على جنين ذكر من أنثى تعاني من انسداد في قناتي فالوب ؟

١- يتم فصل الحيوانات المنوية الخاصة بالزوج ذات الصبغي (X) عن الحيوانات المنوية ذات الصبغي (Y) وذلك بتعريضها لمجال كهربي محدود أو باستخدام وسائل معملية كالطرد المركزي ثم يتم استخدام الحيوانات المنوية ذات الصبغي (Y) في عملية الإخصاب.

٢- يتم فصل بويضة من مبيض امرأة وإخصابها بحيوانات منوية ذات صبغي (Y) داخل أنبوبة اختبار.

٣- يتم رعاية البويضة المخصبة في وسط غذائي مناسب حتى تصل لمرحلة التوتية.

٤- يعاد زراعة التوتية في رحم الزوجة حتى اكتمال نمو الجنين.

أداء ذاتي

١٠ قام أحد الباحثين بتحطيم نواة بويضة أنثى فأر بيضاء اللون ثم فصل إحدى الخلايا لجنين مقرر له أن يكون ذكرًا رمادي اللون ونزع نواتها وزرعها في نواة البويضة ثم غمسها في رحم أنثى فأر بنية اللون . أي البدائل التالية تعبر عن نتيجة هذه التجربة ؟ ....

(أ) أنثى بيضاء اللون
(ب) ذكر رمادي اللون
(ج) أنثى بنية اللون
(د) ذكر بني اللون

١١ أي الحالات التالية تتحول فيها الخلايا أحادية المجموعة الصبغية إلى خلايا ثنائية المجموعة الصبغية بدون إخصاب ؟ ....

(أ) التوالد البكري الصناعي
(ب) الاقتران في الأسبيروجيرا
(ج) زراعة الأنوية
(د) جميع ما سبق

١٢ التقنيات التالية يمكن من خلالها الحصول على جنين ذكر من أنثى تعاني من انسداد في قناتي فالوب ؟ ....

(أ) أطفال الأنابيب
(ب) زراعة الأنوية
(ج) بنوك الأمشاج
(د) الأولى والثالثة

١٣ طفل حديث الولادة تم فحصه بعد الولادة بأسبوع فلوحظ وجود قضيب وجود كيس الصفن وعدم وجود خصية أو مهبل في منطقة الأعضاء التناسلية وعند إجراء فحص كروموسومي لخلاياه وجد أن تركيبها (٤٤ + XX) وتم تشخيصها على أنها حالة خنوثة . أي الأسباب التالية قد ينتج عنها هذه الحالة المرضية ؟ ....

(أ) زيادة إفراز LH في دم الأم
(ب) زيادة إفراز التستوستيرون نتيجة ورم في الغدة الكظرية للأم
(ج) نقص إفراز الإستروجين طوال فترة الحمل
(د) زيادة إفراز FSH في دم الأم

١٤ أي البدائل التالية يمكن من خلالها الحفاظ على الحيوانات النادرة من الانقراض ؟ ....

(أ) زراعة الأنوية
(ب) زراعة الأنسجة
(ج) بنوك الأمشاج
(د) أطفال الأنابيب



١٥ أي البدائل التالية يمكن من خلالها الحفاظ على النباتات النادرة من الانقراض ؟ ....

(أ) زراعة الأنوية
(ب) زراعة الأنسجة
(ج) بنوك الأمشاج
(د) توالد بكري

مناعة

في

ئنات الحية

الدرس الأول

المناعة في ا

الدرس الثاني

تركيب الجهاز ال
في الإنسا

الدرس الثالث

آلية عمل الجهاز ا
في الإنسا

- المناعة.
- المناعة التركيبية.
- التيلوزات.
- التراكيب المناعية الخلو
- المناعة البيوكيميائية.
- الأجسام المضادة.
- المناعة الطبيعية.
- خط الدفاع الأول.

أهم

ف الفصل

ن ينبغي أن يكون الطالب قادرا على أن

المناعة وأهميتها

عة الطبيعية

سبة.

ات المرض عند النباتات.

مل جهاز المناعة في النبات.

التركيبية والمناعة

في النبات.

الجهاز المناعي في الإنسان.

الليمفاوية في الإنسان.

ايا الليمفاوية.

المقدمة

ما المقصود بالمناعة ؟

مقدرة الجسم على التمييز بين الخلايا الذاتية وغير الذاتية Self and non-self وذلك بهدف مقاومة،

- **مسببات الأمراض**: بعض الحشرات - البكتيريا - الفيروسات ..إلخ
- **الأجسام الغريبة**: شظية - سموم

من خلال الجهاز المناعي عن طريق،

- منع دخولها الجسم
- مهاجمتها والقضاء عليها عند دخولها

ما هي المصادر التي تهدد حياة الكائن الحي ؟

- **مصادر حيوية**: مسببات الأمراض، مثل: بعض الحشرات - البكتيريا - الفيروسات - الأوليات الحيوانية - الفطريات
- **مصادر غير حيوية**: مثل: الحوادث - الكوارث الطبيعية - اختلال عناصر الطبيعة المحيطة

، **وعلى ذلك** تتعرض الكائنات الحية للتهديد المستمر من مصادر مختلفة..

لذلك تلجأ هذه الكائنات إلى الصـــراع الدائم مع ما يهدد حياتها من أخطار مما يجعلها تطور من آليات الدفاع عن نفسها من أجل البقاء.

، ومن هذه الآليات:

- تغيير لون الجسم بغرض التمويه (المماتنة)
- إفراز السموم لقتل الكائن الآخر



- الجري للهروب من العدو



الأنظمة التي يعمل من خلالها الجهاز المناعي:

1. **المناعة الفطرية أو الموروثة** (الطبيعية=غير التخصصية=غير التكيفية=غير النوعية).
2. **المناعة المكتسبة أو التكيفية** (التخصصية=النوعية).

، وهذان النظامان يعملان بتعاون وتنسيق مع بعضهما ... **علل ؟**
لأن المناعة الفطرية أساسية لأداء المناعة المكتسبة عملها بنجاح والعكس صحيح مما يمكن الجسم من التعامل مع الكائنات الممرضة بنجاح.



مسببات المرض والموت عند النبات

تنحصر مسببات المرض والموت عند النبات في ثلاثة مسببات رئيسة، هي:

	1 الأعداء الخطرة	2 الظروف غير الملائمة	3 المواد السامة
أمثلة	- حيوانات الرعي. - الحشرات. - الفطريات. - البكتيريا. - الفيروسات.	- الحرارة العالية. - البرودة الزائدة. - نقص أو زيادة الماء. - نقص العناصر الغذائية. - التربة غير الملائمة.	- الدخان. - الأبخرة السامة. - المبيدات الحشرية. - الصرف الصحي غير المعالج. - المواد المتدفقة من المصانع إلى الأنهار أو مياه الري.
النوع	خطر حيوي.	خطر فيزيائي.	خطر كيميائي.
التأثير الضار الناتج عنها	غالبًا تنشأ عنها أضرار بالغة قد تؤدي بحياة النبات أو تسبب له أمراضًا خطيرة.	تنشأ عنها أضرار يمكن تلافيها أو علاجها بزوال السبب إلا أن بعض المواد السامة قد تكون قاتلة للنبات.	



أداء ذاتي

1. في الشكل المقابل، أي البدائل التالية صحيح عن مسبب المرض الذي تتعرض له الخلية النباتية ؟ ....

	نوع مسبب المرض	الأضرار الناتجة عن مسبب المرض
أ	حيوي	يمكن تلافيها أو علاجها بزوال السبب
ب	كيميائي	موت الخلية النباتية عن طريق التسمم
ج	فيزيائي	إصابة الخلية النباتية بمرض خطير
د	حيوي	قد تؤدي إلى موت الخلية النباتية

2. جميع مصادر الخطر التالية ذات طبيعة حيوية ماعدا ....
أ حشرة المن ب بكتيريا السل الرئوي ج الزلازل د الأميبا

3. في الشكل المقابل، أي البدائل التالية صحيح عن مسبب المرض الذي تتعرض له الخلية النباتية ؟ ....

	العملية	الهدف منها
أ	إفراز السموم	قتل العدو
ب	التمويه	البقاء والحفاظ على النوع
ج	الجري	الهروب من العدو
د	التمويه	الحصول على الغذاء

4. ما نوع آليات الدفاع التي تطورها كل من الثعابين والفئران بهدف البقاء ؟ ....

	الثعابين	الفئران
أ	الجري	التمويه
ب	إفراز السموم	الجري
ج	التمويه	إفراز السموم
د	إفراز السموم	التمويه

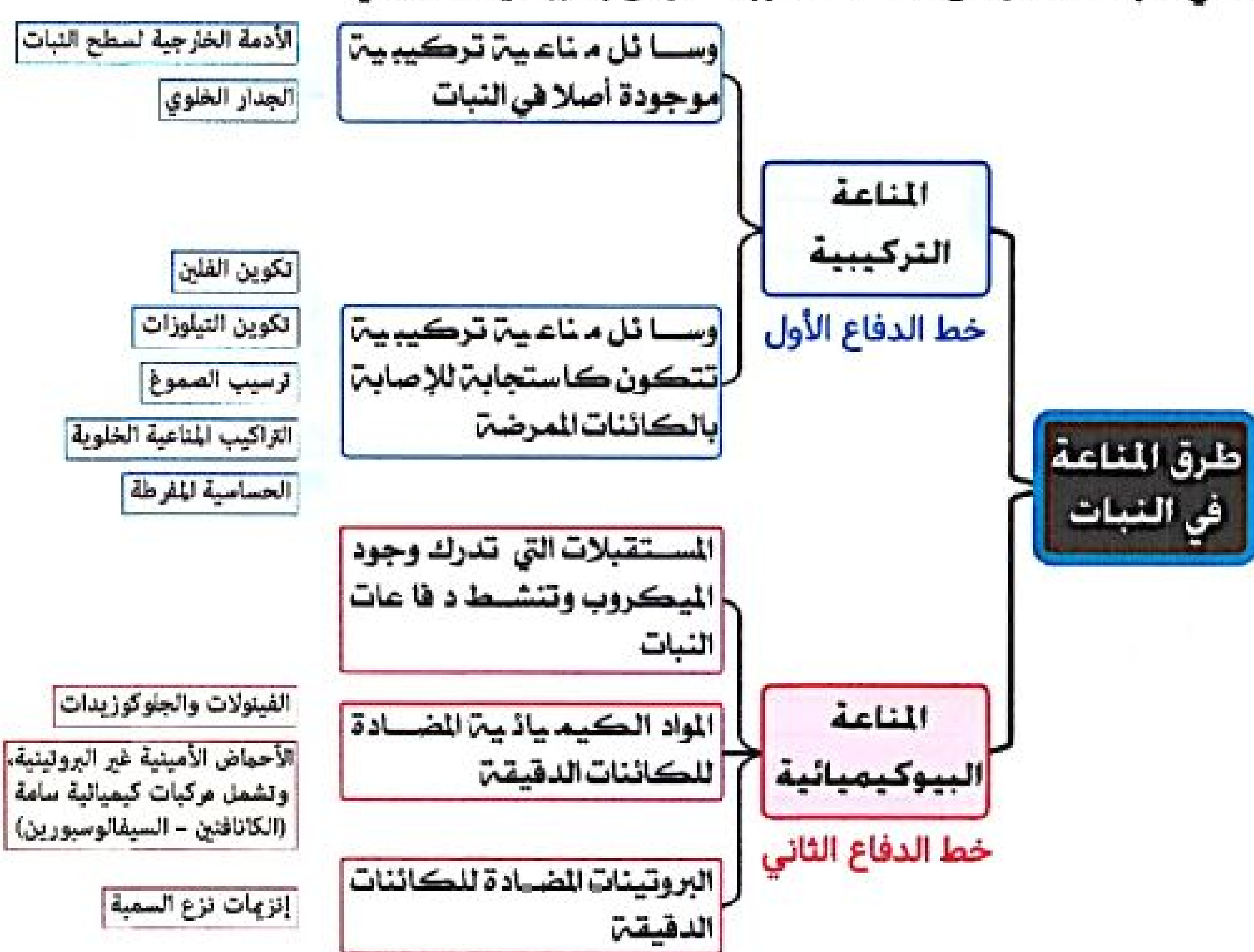
5. أي مما يلي يعتبر من مسببات الأمراض كيميائية المصدر عند النبات ؟ ....
أ حشرة المن ب الجفاف ج المبيدات الحشرية د التربة غير الملائمة

أضف إلى معلوماتك

- يوجد عدة طرق تمكن الكائن الممرض من اختراق الخلايا النباتية منها:
- **الاختراق المباشر:** لا يحتاج لجرح أو قطع لذا يتم في النباتات السليمة كما في معظم إصابات الفطريات.
- **الاختراق غير المباشر:** يتم عن طريق الجروح لذا ينتشر عقب تعرض النبات للقطع أو التمزق كما في معظم إصابات البكتيريا.
- **الاختراق عن طريق الفتحات الطبيعية** (الثغور والعديسات).

طرق المناعة في النبات Plant immunity

تحمي النباتات نفسها من الكائنات المسببة للمرض بطريقتين، كما يأتي:



أولاً المناعة التركيبية Strucural immunity

حواجز وتراكيب طبيعية يمتلكها النبات وتمثل خط الدفاع الأول لمنع دخول الكائنات المسببة للأمراض إلى النبات وانتشارها بداخله.

تتضمن المناعة التركيبية نوعين من الآليات المناعية.

أ الوسائل المناعية التركيبية الموجودة أصلاً (سلفًا) في النبات

تتمثل المناعة في:
1- الأدمة الخارجية لسطح النبات.
2- الجدار الخلوي.

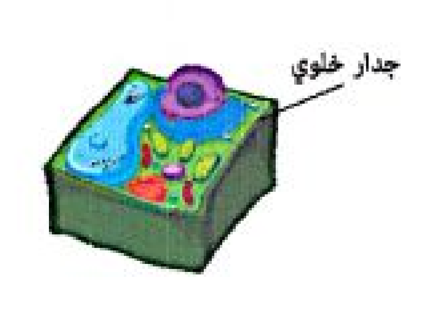
الأدمة الخارجية لسطح النبات

شعيرات
طبقة شمعية

تمثل حائط الصد الأول في مقاومة مسببات المرض؛ لأنها قد تغطيها أو تكسوها:

- طبقة شمعية من الكيوتيكل (كيوتين) تمنع استقرار الماء عليها فلا تتوافر البيئة الصالحة لنمو الفطريات وتكاثر البكتيريا كما في التفاح.
- شعيرات تمنع تجمع الماء عليها مما يقلل من فرص الإصابة بالأمراض كما في ثمرة الكيوي.
- أشواك تمنع أكل النبات من بعض حيوانات الرعي كما في التين الشوكي.

الجدار الخلوي

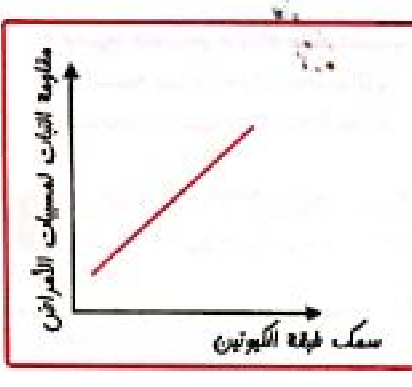


يمثل الواقي الخارجي للخلايا خاصة طبقة البشرة الخارجية؛ لأنه يتركب بـ:

- صفة أساسية من السليلوز.
- بعد تغلظه بـاللجنين يصبح صلبًا مما يصعب على الكائنات المرضة اختراقه وبالتالي منع دخول الكائنات المرضة للنبات.

علاقة بيانية

- كلما زاد سمك طبقة الكيوتين (الطبقة الشمعية التي تغطي الأدمة الخارجية لسطح النبات) تزداد قدرتها على منع استقرار الماء عليها فلا تتوافر البيئة الصالحة لنمو الفطريات وتكاثر البكتيريا فتزداد مقاومة النبات الطبيعية لمسببات الأمراض (علاقة طردية).



أداء ذاتي

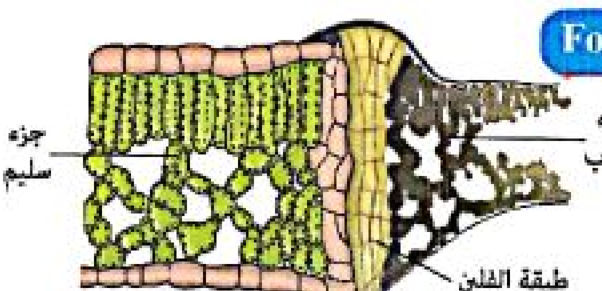
1 أي البدائل التالية تمثل نوع الأدمة الخارجية لكل من ثمار التفاح والكيوي كخط دفاع أول ضد الميكروبات ؟ ....

	التفاح	الكيوي
أ	شعيرات	أشواك
ب	كيوتين	شعيرات
ج	أشواك	كيوتين
د	كيوتين	أشواك



ب وسائل مناعية تركيبية تتكون كاستجابة للإصابة بالكائنات الممرضة

١ تكوين الفلين Formation of Phellem (cork)



توقيت الحدوث:

عندما تتعرض المناطق النباتية للقطع أو التمزق نتيجة:
- نمو النبات في السمك.
- سقوط الأوراق في الخريف.
- تعدي الإنسان والحيوان.
- جمع الثمار.

الأهمية:

عزل المناطق النباتية التي تتعرض للقطع أو التمزق ومنع دخول الكائنات الممرضة من خلالها.

النتيجة:

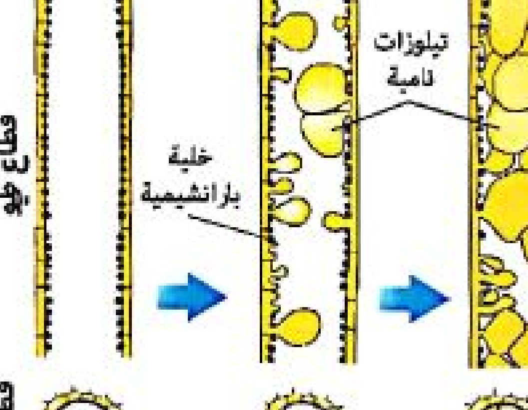
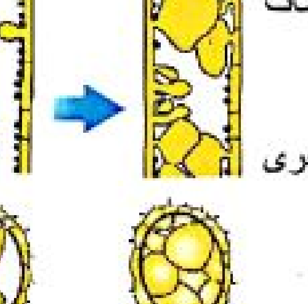
منع دخول الكائن الممرض.

أضف إلى معلوماتك

- نمو النبات في الطول لا يعرض النبات للقطع أو التمزق نتيجة عدم وجود إطار عمودي يحد من الحركة، بينما نمو النبات في السمك قد يؤدي إلى تمزق بعض الأجزاء النباتية نتيجة وجود أنسجة محيطية عرضية تحد من النمو (نمو ثانوي)، وبالتالي قد يعقبه تكوين الفلين لمنع دخول الميكروبات للنبات.
- خصائص طبقة الفلين:
  - نسيج كامبيوم خلاياه ميتة بسبب ترسيب مادة السيوبرين غير المنفذة للماء.
  - لا تسمح بمرور الغازات والسوائل.
  - يصعب تحليلها بواسطة الكائنات الممرضة.

٢ تكوين التيلوزات Formation of Tyloses

نموات زائدة تنشأ نتيجة تمدد الخلايا البارانشيمية المجاورة لقصيبات الخشب وتمتد داخلها من خلال النقر.


توقيت الحدوث:

عندما يتعرض الجهاز الوعائي للقطع أو الغزو من الكائنات الممرضة.

الأهمية:

تعيق حركة الكائنات الممرضة عن الوصول إلى الأجزاء الأخرى من النبات.

النتيجة:

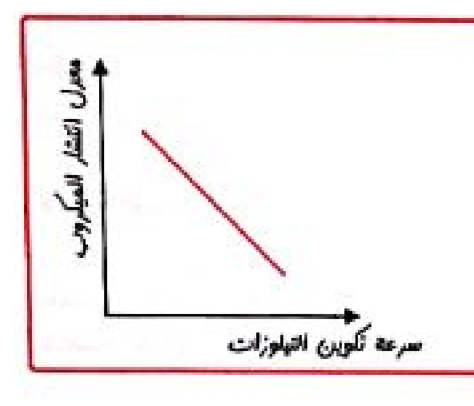
منع انتشار الكائن الممرض.

أضف إلى معلوماتك

- التيلوزات تتكون داخل الأوعية والقصيبات وليس القصيبات فقط.
- الأوعية والقصيبات تتكون من خلايا بارانشيمية جدراها مكون من السليلوز فقط (غير ملجنن) لكن مرسب عليها من الداخل مادة اللجنين ماعدا عند أماكن النقر التي تمتد منها التيلوزات.

علاقة بيانية

- كلما ازدادت سرعة تكوين التيلوزات عقب إصابة النبات بالميكروب يتمكن النبات من إعاقة حركة الميكروب ومنعه من الوصول للأجزاء الأخرى من النبات خلال فترة زمنية أقل فيقل معدل انتشار الميكروب في خلايا النبات (علاقة عكسية).



٣ ترسيب الصموغ Deposition of Gums

توقيت الحدوث:

عندما يصاب النبات بقطوع أو جروح.

الأهمية:

منع دخول الميكروبات داخل النبات من خلال الأجزاء المجروحة أو المقطوعة.

النتيجة:

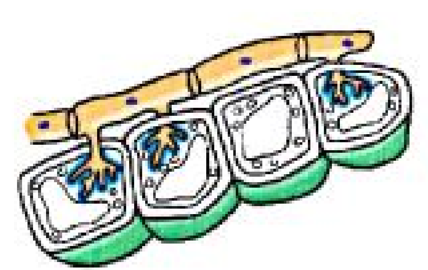
منع دخول الكائن الممرض.

٤ التراكيب المناعية الخلوية Cellular immune structures

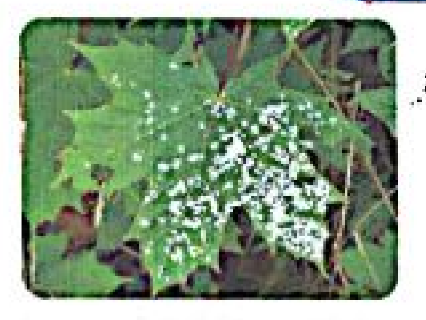
تراكيب خلوية في النبات تحدث فيها بعض التغيرات الشكلية نتيجة غزو الكائنات المرضة للنبات.

أمثلة:

- انتفاخ الجدر الخلوية لخلايا البشرة وتحت البشرة عن طريق ترسيب بعض المواد الصلبة المقاومة للكائنات الممرضة أو زيادة نفاذية الخلايا للماء وذلك أثناء الاختراق المباشر للكائن الممرض مما يؤدي إلى تثبيط اختراقه لتلك الخلايا (أي يمنع دخوله إلى الخلايا).
- إحاطة خيوط الغزل الفطري المهاجمة للنبات بغلاف عازل حتى يمنع انتقاله من خلية لأخرى وبالتالي منع انتشاره داخل الخلايا.



٥ التخلص من النسيج المصاب (الحساسية المفرطة) Hypersensitivity



توقيت الحدوث:
عندما يقوم النبات بالتخلص من الكائن الممرض عن طريق قتل أنسجته المصابة.

الأهمية:
منع انتشار الكائن الممرض من الأنسجة المصابة إلى أنسجة النبات السليمة.

النتيجة:
منع انتشار الكائن الممرض.

ملحوظات:

①

وسيلة موجودة أصلاً في النبات			وسيلة تتكون كاستجابة للإصابة بالكائنات الممرضة
يعمل كالواقي الخارجي للخلايا خاصة خلايا البشرة الخارجية لأنه يتكون بصفة أساسية من السليلوز وبعد تغلظه باللجنين يزداد قوة وصلابة مما يصعب على الكائنات الممرضة اختراقه.	← قبل الاختراق	**الجدار الخلوي له دور مزدوج في المناعة التركيبية** → بعد الاختراق	تنتفخ الجدر الخلوية لخلايا البشرة وتحت البشرة أثناء الاختراق المباشر للكائن الممرض مما يؤدي إلى تثبيط اختراقه لتلك الخلايا.


②

مقارنة بين دور المواد الكيميائية في الدعامة والمناعة:

	الكيوتين	السيوبرين	السليلوز أو اللجنين
دوره في تدعيم النبات	يترسب على جدر خلايا البشرة (دعامة تركيبية). لا يسمح بنفاذ الماء مما يساعد على امتلاء الخلية بالماء وعدم فقد هذا الماء (دعامة فسيولوجية).	يترسب في طبقة الفلين غير المنفذة للماء التي تحيط بالنبات (دعامة تركيبية).	يترسب في جدر خلايا النبات أو أجزاء منها، مثل: الخلايا الكولنشيمية والخلايا الإسكلرنشيمية ليكسبها الصلابة والقوة كما أن موقع هذه الخلايا وأماكن انتشارها يدعم النبات (دعامة تركيبية).
دوره في المناعة	يدخل في تكوين الطبقة الشمعية التي تغطي الأدمة الخارجية لسطح النبات مما يمنع استقرار الماء عليها فلا تتوافر البيئة الصالحة لنمو الفطريات وتكاثر البكتيريا مما يعمل على حماية النبات.	يترسب في طبقة الفلين التي تتكون عندما تتعرض المناطق النباتية للقطع أو التمزق لعزل هذه المناطق ومنع دخول الكائنات الممرضة من خلالها وبالتالي حماية النبات.	يدخل بصفة أساسية في تركيب الجدار الخلوي الذي يتغلظ باللجنين بعد ذلك فيصبح صلبًا مما يصعب على الكائنات الممرضة اختراقه وبالتالي حماية النبات من مسببات الأمراض حيث يعتبر الجدار الخلوي الواقي الخارجي للخلايا خاصة خلايا طبقة البشرة الخارجية.

③
عند حدوث قطع في جزء من النبات

يتكون الفلين



يقوم بعزل المناطق النباتية التي تعرضت للقطع.

تترسب الصموغ



يقوم بمنع دخول الكائنات الممرضة داخل النبات من خلال الجزء المقطوع.

أداء ذاتي

٧ أي البدائل التالية صحيح عن وسائل خط الدفاع الأول ضد مسببات الأمراض في النبات ؟ ....

	مناعة تركيبية طبيعية	مناعة تركيبية مكتسبة
Ⓐ	الجدار الخلوي	شمع الكيوتين
Ⓑ	التيلوزات	تكوين الفلين
Ⓒ	تكوين الفلين	الجدار الخلوي
Ⓓ	شمع الكيوتين	ترسيب الصموغ

٨ تعبر الصورة المقابلة عن ....

Ⓐ اختراق مباشر للخلايا النباتية بواسطة بكتيريا
Ⓑ اختراق غير مباشر للخلايا النباتية بواسطة بكتيريا
Ⓒ اختراق مباشر للخلايا النباتية بواسطة أحد الفطريات
Ⓓ اختراق غير مباشر للخلايا النباتية بواسطة أحد الفطريات

٩ جميع الوسائل المناعية التالية تمنع دخول الكائن الممرض للخلايا النباتية ماعدا ....
Ⓐ تكوين الفلين
Ⓑ شمع الكيوتين
Ⓒ تكوين التيلوزات
Ⓓ ترسيب الصموغ

١٠ أي المواد الكيميائية التالية يتوقع وجودها في جدار التيلوزات ؟ ....
Ⓐ سليلوز فقط
Ⓑ لجنين فقط
Ⓒ سليلوز ولجنين
Ⓓ سليلوز وكيوتين



١١ جميع البدائل التالية صحيحة عن الوسيلة المناعية الموضحة بالشكل المقابل ماعدا ....
Ⓐ يصاحبها قتل النبات لبعض الخلايا المصابة (الموت المبرمج)
Ⓑ تنشأ في المراحل الأولى من الإصابة بالكائن الممرض
Ⓒ تعتبر من وسائل خط الدفاع الثاني ضد مسببات المرض
Ⓓ تهدف لمنع الميكروبات من الانتشار خلال أنسجة الجسم السليمة

ثانيًا المناعة البيوكيميائية Biochemical immunity

استجابة النبات لتقوم بإفراز مواد كيميائية ضد الكائنات المرضة.

تتضمن المناعة البيوكيميائية الآليات المناعية التالية:

أ المستقبلات Receptors التي تدرك وجود الميكروب وتنشط دفاعات النبات

مركبات توجد في النباتات المصابة والسليمة إلا أن تركيزها يزداد في النباتات عقب الإصابة.

وظيفتها:

١- تدرك وجود الميكروب.
٢- تنشط دفاعات النبات بتحفيز وسائل جهاز المناعة الموروثة فيه؛ لذلك تعتبر حلقة الوصل بين المناعة التركيبية والمناعة البيوكيميائية.

ب مواد كيميائية مضادة للكائنات الدقيقة Antimicrobial chemicals

مركبات تفرزها بعض النباتات لمقاومة الكائنات المرضة، وهي قد:

- تكون موجودة أصلًا في النبات قبل حدوث الإصابة.
- تؤدي الإصابة إلى تكوينها.

من هذه المركبات:

- **الفينولات والجلوكوزيدات Phenols and Glycosides:**
مركبات كيميائية سامة تقتل الكائنات المرضة أو تثبط نموها.
- **أحماض أمينية غير بروتينية Non-protein amino acids:**
هي أحماض أمينية لا تدخل في بناء البروتينات في النبات ولكنها تعمل كمواد واقية حيث تشل مركبات كيميائية سامة للكائنات الممرضة، مثل: الكانافنين Canavanine، السيفالوسبورين Cephalosporin.

ج بروتينات مضادة للكائنات الدقيقة Antimicrobial proteins

بروتينات غير موجودة أصلًا بالنبات ولكنه يستحث إنتاجها نتيجة الإصابة.

وظيفتها:

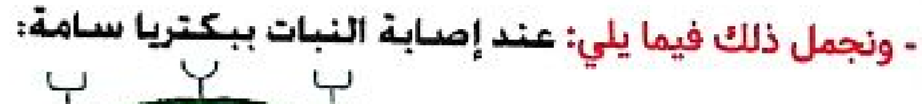
تتفاعل مع السموم التي تفرزها الكائنات الممرضة وتحولها إلى مركبات غير سامة للنبات.

مثال:

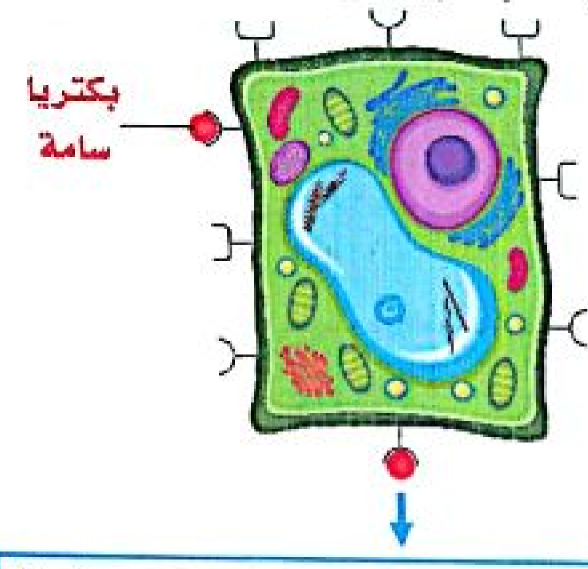
إنزيمات نزع السمية Detoxifying enzymes، هي إنزيمات تنتجها النباتات أحيانًا لكي تقوم بالتفاعل مع السموم التي تفرزها الكائنات الممرضة وتبطل سميتها.

ملحوظات

- تلجأ بعض النباتات إلى تقوية وتعزيز دفاعاتها بعد الإصابة ... علل ؟
حتى تحمي نفسها من أية إصابة جديدة وذلك باستمرار وجود المواد الكيميائية التي تكونت نتيجة حدوث الإصابة.
- أحماض ليس لها شفرة (أحماض أمينية لا تدخل في بناء البروتين)، مثل: الكانافنين والسيفالوسبورين.



- ونجمل ذلك فيما يلي: عند إصابة النبات ببكتريا سامة:



تدرك المستقبلات وجود هذه البكتيريا وتنشط دفاعات النبات بتحفيز وسائل جهاز المناعة الموروثة فيه لإفراز:

- مواد كيميائية مضادة للكائنات الدقيقة
  - مواد سامة وقاتلة
    - الفينولات
    - الجلكوزيدات
  - مواد واقية للنبات وقد تكون سامة وقاتلة
    - الكانافنين
    - السيفالوسبورين
- بروتينات مضادة للكائنات الدقيقة
  - إنزيمات نزع السمية للتفاعل مع السموم التي تفرزها البكتيريا وتبطل سميتها.

أداء ذاتي

١٢ في الشكل المقابل، خلية نباتية قبل وبعد التعرض للإصابة استنتج ما الآلية المناعية التي حدثت داخل الخلية ؟ ....

مادة مناعية
قبل الإصابة
بعد الإصابة

ⓐ المستقبلات
ⓑ السيفالوسبورين
ⓒ الكانافنين
ⓓ البروتينات مضادة

١٣ تقوم بعض أنواع من الفاصوليا المقاومة للفطريات بتكوين مادة تمنع إنبات الجراثيم الفطرية أي الآليات المناعية الآتية تنتمي إليها هذه المادة ؟ ....

ⓐ الفينولات.
ⓑ الأحماض الأمينية غير البروتينية.
ⓒ المستقبلات.
ⓓ إنزيمات نزع السمية.

دور الإنسان في حماية النبات من الكائنات الممرضة

نظرًا لأهمية النبات للإنسان فإن الإنسان يستعمل طرقًا ويستحدث وسائل تعمل على حماية ووقاية النباتات من الأمراض، **مثل:**

1. استعمال المبيدات للقضاء على الأعشاب الضارة.
2. مقاومة الحشرات بطرق مختلفة.
3. حث النباتات على مقاومة الأمراض فيما يعرف بـ«المناعة المكتسبة».
4. إنتاج سلالات نباتية جديدة مقاومة للأمراض والحشرات من خلال:
   - التربية النباتية Breeding.
   - الهندسة الوراثية Genetic Engineering.

ملحوظات

- **يلعب الجهاز الوعائي دورًا هامًا في تدعيم الجهاز المناعي في النبات ... فسر ؟**
- **حيث تنتقل مركبات تنشيط الحماية والمقاومة من خلية لأخرى بطريقة منتظمة من خلال جهاز النقل (أوعية وقصيبات) والذي يقابل الأوعية الدموية في الحيوانات.**
- **حيث أنه عندما يتعرض الجهاز الوعائي للقطع أو الغزو من الكائنات الممرضة تمتد من الخلايا البارانشيمية المجاورة لقصيبات الخشب نموات زائدة تعرف بالتيلوزات تعيق حركة الكائنات الممرضة من الوصول للأجزاء الأخرى للنبات.**

أداء ذاتي

١٤ الكانافنين هو حمض أميني تنتجه بعض أنواع النباتات لحمايتها من الكائنات المسببة للمرض وتوضح الصورة المقابلة أنه يشبه في تركيبه حمض الأرجنين وهو حمض أميني تستخدمه الكائنات الحية في تصنيع البروتينات الخاصة بها.

ادرس الشكل جيدًا ثم أجب:

ل-كانافانين   ل-أرجينين

استنتج آلية عمل الكانافنين في حماية النبات من مسببات المرض ....

(أ) يسبب انتفاخ جدران خلايا البشرة وبالتالي يمنع دخول مسببات المرض
(ب) يحلل السموم التي تفرزها مسببات المرض
(ج) يسبب لجننة جدران الخلايا وبالتالي يمنع دخول مسببات المرض
(د) تستخدمه مسببات المرض في تكوين بروتينات سامة تؤدي إلى قتلها

الإجابة:

(د)

تفرز بعض النباتات حمض الكانافنين (حمض أميني غير بروتيني في النبات) والذي يتم استهلاكه بواسطة مسببات المرض عقب الإصابة خاصة الحشرات ونظرًا للتشابه الكبير بين الكانافنين والأرجنين تستخدم هذه الكائنات حمض الكانافنين السام بدلا من حمض الأرجنين في تصنيع بروتيناتها وينتج عن ذلك بروتينات سامة قاتلة لها.

الفصل 4 تركيب الجهاز المناعي في الإنسان الدرس 2

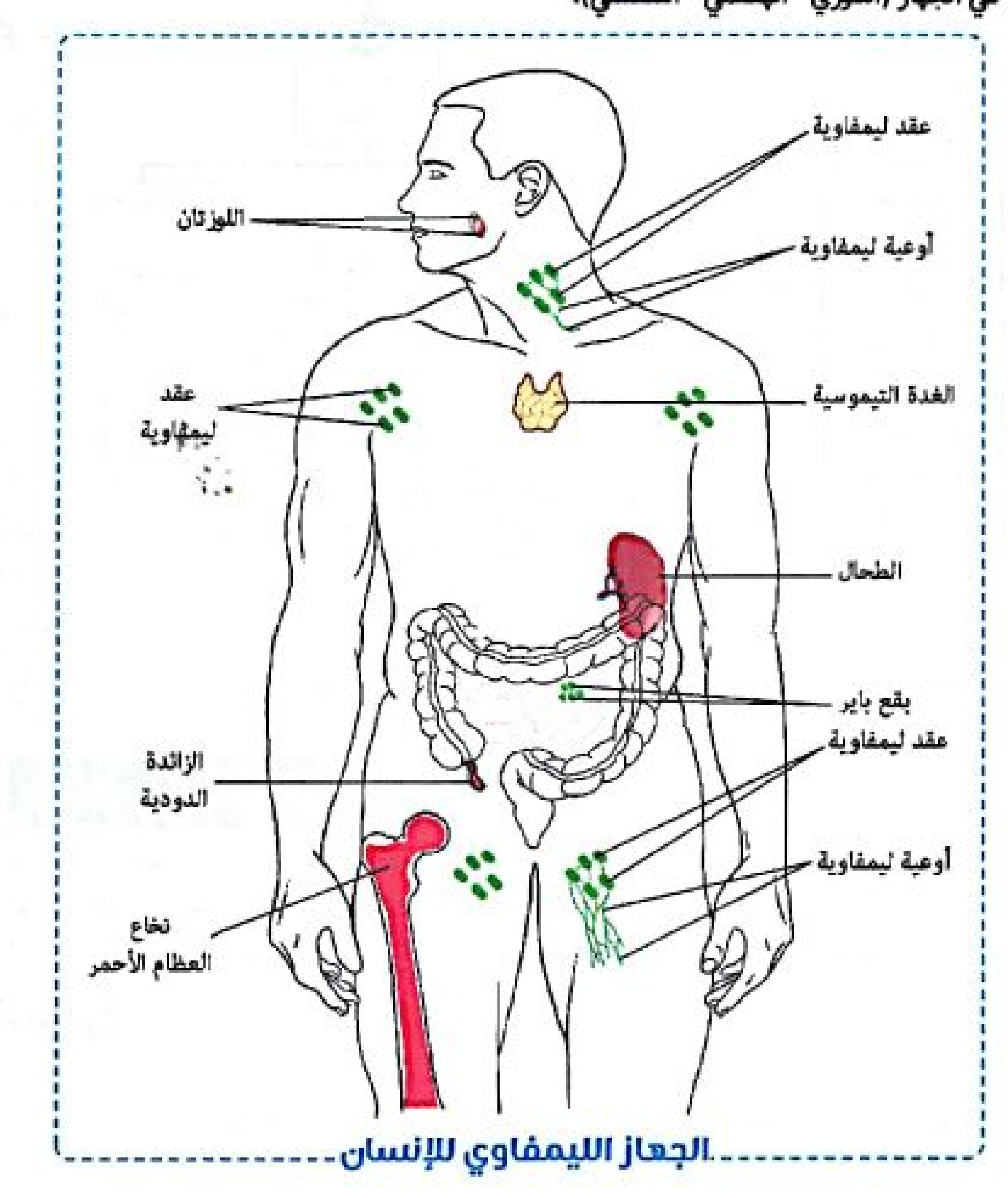
الجهاز المناعي في الإنسان Human Immune System

من الناحية التشريحية

- متناثر الأجزاء في جميع أنحاء الجسم.
- أجزاؤه متفرقة لا ترتبط مع بعضها بصورة تشريحية متتالية كما في الجهاز (الدوري - الهضمي - التنفسي).

من الناحية الوظيفية

- أجزاؤه تتفاعل وتتعاون مع بعضها بصورة متناسقة.
- يعتبر من الناحية الوظيفية وحدة واحدة.



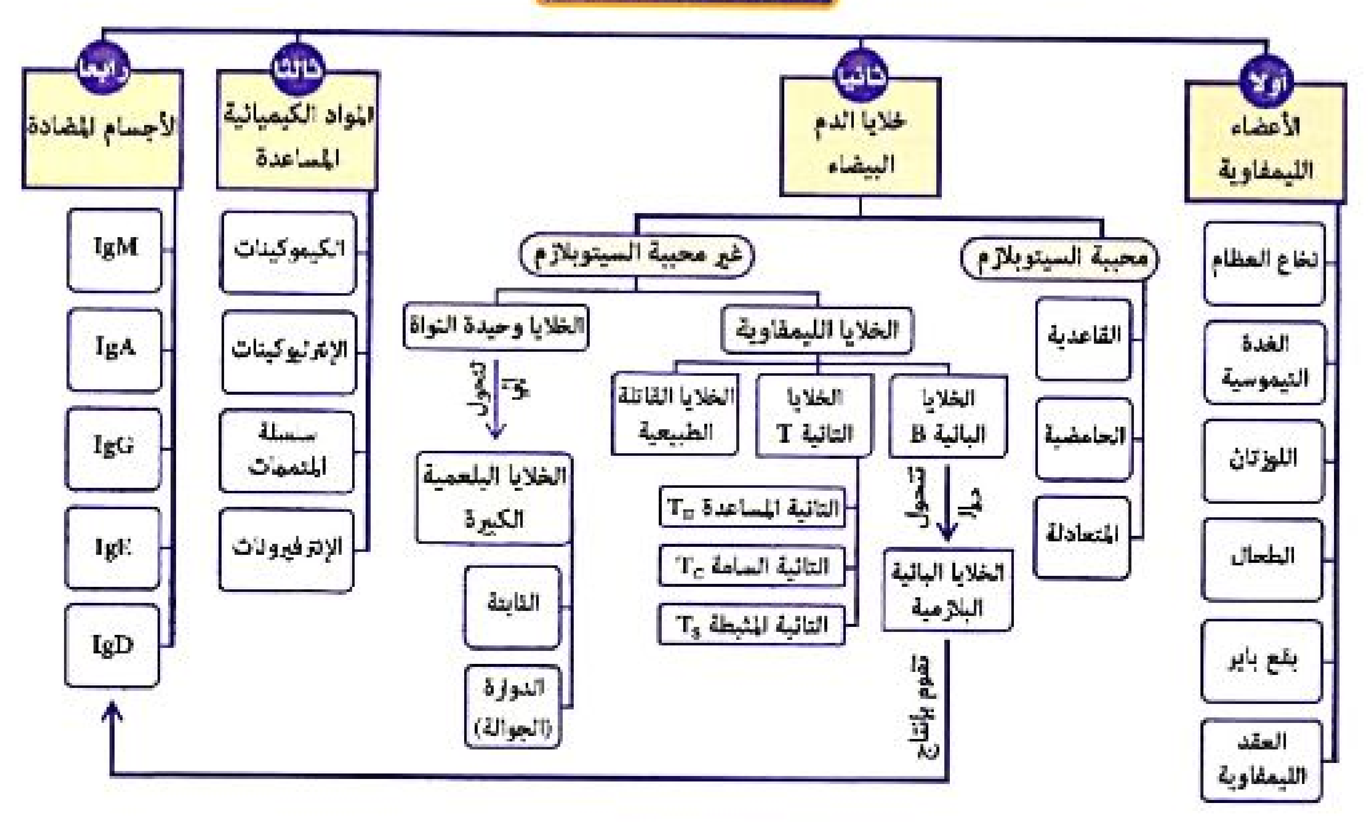
الجهاز الليمفاوي للإنسان

أداء ذاتي

1. أي أجهزة الجسم التالية لا ترتبط أجزاؤه مع بعضها بصورة تشريحية متتالية ؟ ....

(أ) الجهاز الليمفاوي (ب) الجهاز الهضمي (ج) جهاز الغدد الصماء (د) الأولى والثالثة

تركيب الجهاز المناعي الليمفاوي في الإنسان



أولاً الأعضاء الليمفاوية Lymphoid organs

يطلق على بعض أعضاء الجهاز المناعي (الأعضاء الليمفاوية) ... علل ؟

لأنها تعد موطنًا للخلايا الليمفاوية التي تكون الجهاز الليمفاوي بشكل رئيس..

وكذلك لأنه يتم فيها نضج وتمايز الخلايا الليمفاوية، لذلك فهي تحتوي على أعداد غفيرة من الخلايا الليمفاوية.

معلومة إضافية

- تنقسم الأعضاء الليمفاوية إلى:
  - أعضاء ليمفاوية أولية: يتم فيها تكوين أو نضج الخلايا الليمفاوية وتشمل نخاع العظام الأحمر والغدة التيموسية.
  - أعضاء ليمفاوية ثانوية: يتم فيها تخزين الخلايا الليمفاوية لحين الحاجة إليها مثل العقد الليمفاوية.

ومن أهم الأعضاء الليمفاوية ما يلي:



نوعه: عضو ليمفاوي أولي.

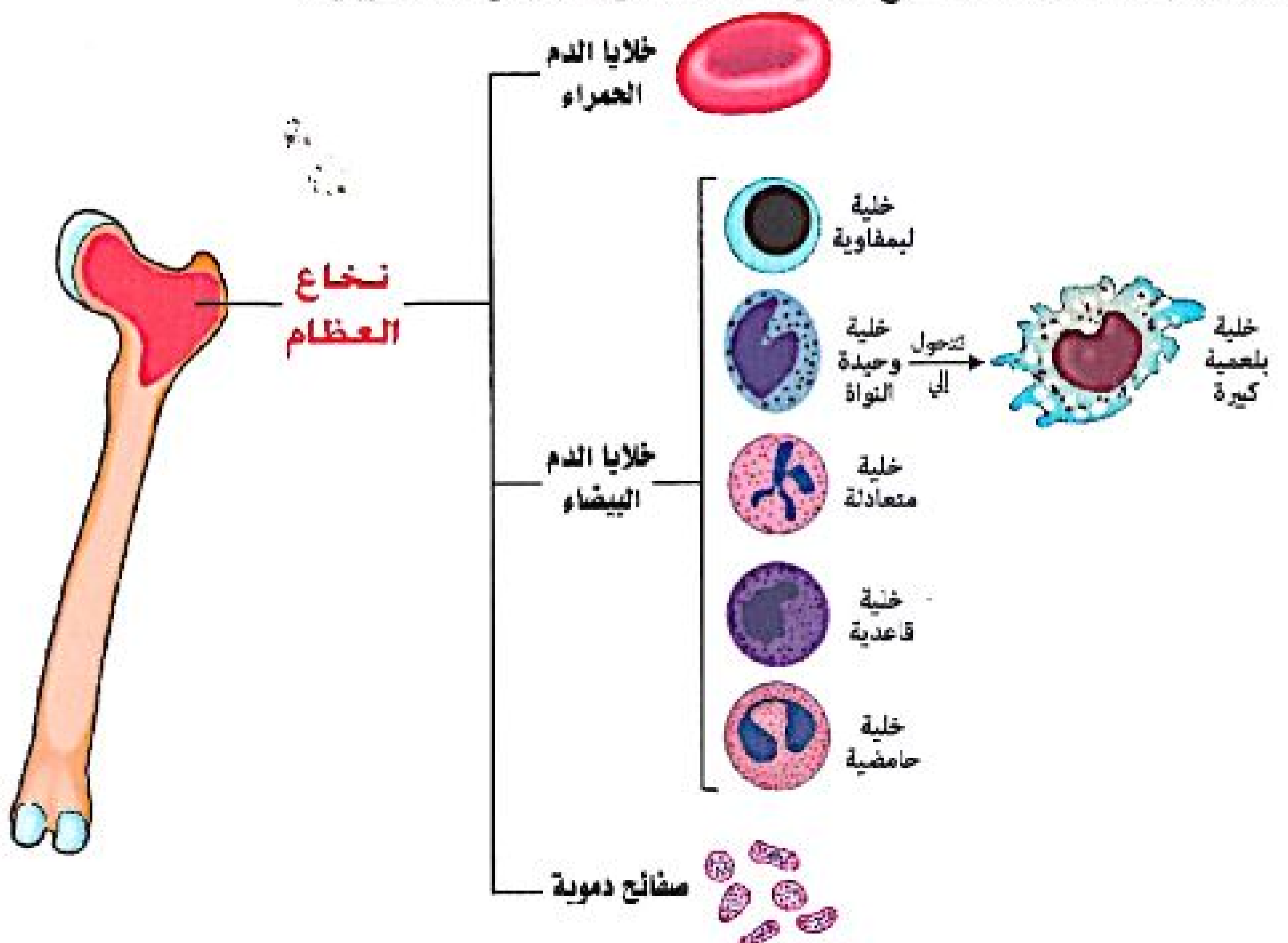
مكان وجوده: نسيج يوجد داخل:

- **العظام المسطحة**، مثل: الترقوة - الكتف - الجمجمة - الضلوع - القص - الحوض.
- **رءوس العظام الطويلة**، مثل: الفخذ - الساق - العضد.

وظيفة نخاع العظام الأحمر:

يلعب نخاع العظام الأحمر دورًا في ثلاثة أجهزة مختلفة بالجسم على النحو التالي:

- **الجهاز الهيكلي:** وذلك بسبب وجوده داخل العظام المسطحة وفي رءوس العظام الطويلة المسئولة عن تدعيم الجسم.
- **الجهاز الدوري:** وذلك بسبب إنتاجه للعديد من مكونات الدم، مثل:
  - خلايا الدم الحمراء المسئولة عن تبادل الغازات بين الرئتين وأنسجة الجسم المختلفة.
  - خلايا الدم البيضاء المسئولة عن الدفاع عن الجسم ضد الكائنات الممرضة (وظيفة مناعية).
  - الصفائح الدموية المسئولة عن تجلط الدم لوقف النزيف.
- **الجهاز الليمفاوي:** وذلك بسبب إنتاجه للخلايا الليمفاوية (البائية والتائية والقاتلة الطبيعية) وخلايا الدم البيضاء الأخرى بالإضافة لكونه مكانًا لنضج كل من الخلايا الليمفاوية البائية والقاتلة الطبيعية.



معلومات إضافية

- يوجد نوعان من نخاع العظام بالجسم ويمكن المقارنة بينهما كالتالي:

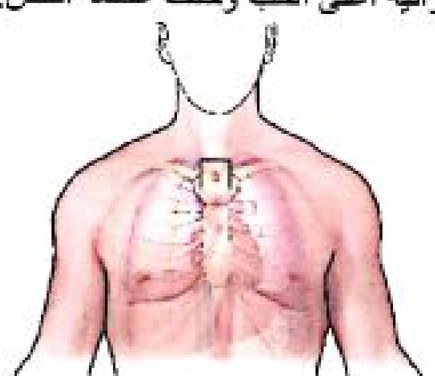
نخاع العظام الأحمر	نخاع العظام الأصفر
- أكثر نشاطًا في إنتاجه لخلايا الدم المختلفة. - يوجد في معظم العظام في الأطفال.	- غير نشط نسبيًا ولا ينتج خلايا الدم المختلفة.
- يوجد في العظام القصيرة والمفلطحة وغير المنتظمة ورءوس العظام الطويلة في البالغين.	- يوجد في جسم العظام الطويلة فقط في البالغين.
- يحتوي على كمية محدودة جدًا من الدهون.	- يحتوي على كمية كبيرة جدًا من الدهون.
- يتحول إلى نخاع عظام أصفر بمرور الزمن في جسم العظام الطويلة في الأطفال.	- يمكن أن يتحول إلى نخاع عظام أحمر عند الحاجة.

- قد ينتج عن التعرض للإشعاع لفترات طويلة أو تناول بعض المضادات الحيوية تدمير نخاع العظام وهو ما يصاحبه نقص حاد في جميع خلايا الدم المختلفة، مثل:
  - خلايا الدم الحمراء مما يؤدي إلى الإصابة بمرض فقر الدم (الأنيميا).
  - خلايا الدم البيضاء مما يؤدي إلى زيادة فرص العدوى والإصابة بالكائنات الممرضة.
  - الصفائح الدموية مما يؤدي إلى سيولة في الدم.

٢ الغدة التيموسية Thymus gland الغدة الزعترية

نوعها: عضو ليمفاوي أولي، وغدة صماء.

مكان وجودها: تقع على القصبة الهوائية أعلى القلب وخلف عظمة القص.

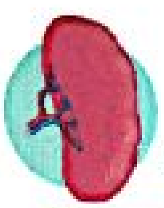


حجمها: يختلف حجمها حسب العمر، حيث يقل حجمها تدريجيًا حتى تضمر في البالغين.

وظيفتها: إفراز هرمون التيموسين الذي يحفز نضج الخلايا الليمفاوية الجذعية إلى الخلايا التائية (T)، وتمايزها إلى أنواعها المختلفة (المساعدة - السامة «القاتلة» - المثبطة «الكابحة») داخل الغدة التيموسية.

ملحوظة

- يزداد نشاط الغدة التيموسية في الأطفال عقب الإصابة بالسرطان أو الأمراض الفيروسية وذلك لتزيد من عدد ونشاط الخلايا الليمفاوية التائية لتقوم بمهاجمة الخلايا الغريبة عن الجسم.

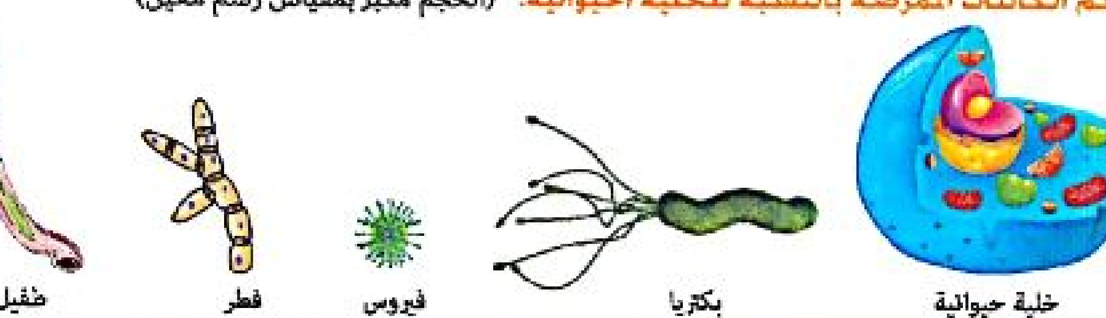




	٣ اللوزتان Palatine Tonsils	٤ بقع باير Peyer's patches
النوع	عضو ليمفاوي ثانوي يتجمع في شكل غدتين ليمفاويتين.	عضو ليمفاوي ثانوي عبارة عن عقد صغيرة من الخلايا الليمفاوية تتجمع على شكل لطع أو بقع.
مكان الوجود	تقعان على جانبي الجزء الخلفي من الفم.	تنتشر في الغشاء المخاطي المبطن للجزء السفلي من الأمعاء الدقيقة.
الشكل التوضيحي	اللوزتان	بقع باير
الوظيفة	التقاط أي ميكروب أو جسم غريب يدخل مع الطعام أو الهواء ومنع دخوله للجسم وبالتالي حمايته.	وظيفتها الكاملة غير معروفة ولكنها تلعب دورًا في الاستجابة المناعية ضد الكائنات الحية الدقيقة التي تدخل الأمعاء وتسبب الأمراض.
الجهاز المسئولة عن حمايته	الجهاز الهضمي والجهاز التنفسي.	الجهاز الهضمي فقط.

معلومات إضافية

- وجود اللوزتين في مدخل كل من الجهاز التنفسي والجهاز الهضمي يجعلهما عرضة للإصابة بالعدوى بشكل متكرر مما يؤدي إلى التهابات حادة في الحلق لذا قد يلجأ الطبيب لاستئصالها خاصة في الأطفال.
- الكائنات الممرضة Pathogens:
كائنات حية دقيقة الحجم تدخل جسم الإنسان (العائل) وتتكاثر فيه مسببة بعض الأمراض التي تنتقل من شخص لآخر عن طريق الاتصال المباشر أو غير المباشر (بواسطة حامل كالحشرات)، وتشمل: البكتيريا - الفيروسات - الفطريات - بعض الطفيليات.
- حجم الكائنات الممرضة بالنسبة للخلية الحيوانية. (الحجم مكبر بمقياس رسم معين)



	٥ الطحال Spleen	٦ العقد الليمفاوية Lymph nodes
النوع	عضو ليمفاوي ثانوي.	عضو ليمفاوي ثانوي.
العدد	واحد فقط.	عددها كبير جدًا.
الحجم	♦ لا يزيد حجمه عن قبضة اليد. ♦ أكبر الأعضاء الليمفاوية حجمًا.	♦ يتراوح حجمها بين رأس الدبوس وبذرة الفول الصغيرة. ♦ أصغر الأعضاء الليمفاوية حجمًا.
مكان الوجود	يقع في الجانب العلوي الأيسر من تجويف البطن.	توجد على طول شبكة الأوعية الليمفاوية الموجودة في جميع أجزاء الجسم، مثل: - تحت الإبطين. - على جانبي العنق. - أعلى الفخذ. - بالقرب من أعضاء الجسم الداخلية.
التوضيح بالرسم		شريان ووريد العقد والأوعية الليمفاوية وعاء ليمفاوي صادر جيوب ممتلئة بالخلايا الليمفاوية المحفظة وعاء ليمفاوي وارد تشريح العقد الليمفاوية
اللون	أحمر قاتم.	-
التركيب	❶ يحتوي على جيوب مليئة بالخلايا البلعمية الكبيرة والخلايا الليمفاوية. ❷ يتصل به أوعية ليمفاوية صادرة فقط ولا يتصل به أوعية ليمفاوية واردة.	❶ تنقسم من الداخل إلي جيوب تمتلئ بـ: • الخلايا الليمفاوية البائية (B). • الخلايا الليمفاوية التائية (T). • الخلايا البلعمية الكبيرة وبعض أنواع خلايا الدم البيضاء الأخرى التي تخلص الليمف مما به من جراثيم وميكروبات وحطام خلايا. ❷ تتصل بها أوعية ليمفاوية صادرة وأوعية ليمفاوية واردة تعمل الأخيرة على نقل الليمف من الخلايا والأنسجة المختلفة إلى العقد الليمفاوية لترشحه وتخلصه مما يعلق به من جراثيم وميكروبات وحطام الخلايا.
الوظيفة المناعية	يلعب دورًا هامًا في مناعة الجسم لاحتوائه على الكثير من: ❶ الخلايا البلعمية الكبيرة: نوع من خلايا الدم البيضاء مسئولة عن: • التقاط الميكروبات أو الاجسام الغريبة أو الخلايا الجسدية الهرمة (المسنة) ككريات الدم الحمراء المسنة وتفتتها إلي مكوناتها الأولية ليتخلص منها الجسم. • حمل المعلومات عن الميكروبات والأجسام الغريبة لتقدمها للخلايا المناعية المتخصصة. ❷ الخلايا الليمفاوية: نوع آخر من خلايا الدم البيضاء.	❶ تنقي الليمف مما يعلق به من جراثيم وميكروبات وحطام الخلايا. ❷ تختزن خلايا الدم البيضاء (الخلايا الليمفاوية) التي تساعد في محاربة أي أمراض أو عدوى.

معلومة إضافية

♦ وظائف الطحال:

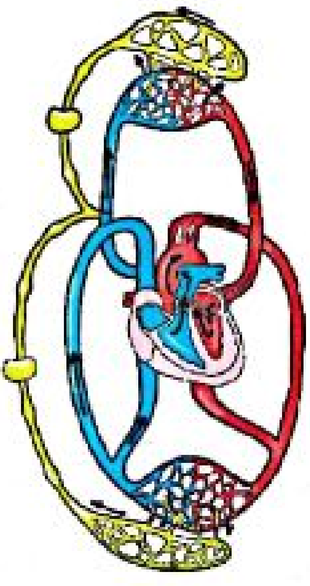
- يسهم الطحال مع الكبد في صنع كريات الدم الحمراء في المرحلة الجنينية ويفقد هذه الوظيفة بعد الولادة ويحل محله نخاع العظام الأحمر.
- يعتبر مخزنًا رئيسًا للدم حيث يختزن نحو ٢٠٪ من حجم الدم ويفرغه في الدورة الدموية في الحالات الطارئة كالنزيف.
- يعتبر مقبرة لكريات الدم الحمراء حيث يحتوي على الكثير من الخلايا البلعمية الكبيرة والتي تقوم بالتقاط الميكروبات أو الأجسام الغريبة أو الخلايا الجسدية الهرمة (المسنة) ككريات الدم الحمراء المسنة وتفتتها إلي مكوناتها الأولية ليتخلص منها الجسم.

ملحوظات

- ينتج عن تكسير كريات الدم الحمراء كمية محدودة من الحديد يتم نقلها بواسطة جزيئات بروتينية من الطحال إلى نخاع العظام الأحمر لتدخل في تصنيع كريات دم حمراء جديدة تحل محل المفتتة.
- قد ينتج عن بعض الأمراض تضخم مزمن في الطحال وبالتالي يزداد معدل تكسيره لخلايا الدم الحمراء بسبب وجود الخلايا البلعمية الكبيرة مما يؤدي للإصابة بمرض فقر الدم (الأنيميا) والذي يصاحبه نقص شديد في عدد كريات الدم الحمراء.
- العقد الليمفاوية مسئولة عن تنقية الليمف مما يعلق به من ميكروبات وجراثيم بينما الطحال مسئول عن تنقية الدم من حطام الخلايا والكائنات الممرضة.
- عدد الأوعية الليمفاوية الواردة للعقدة الليمفاوية أكبر من عدد الأوعية الليمفاوية الصادرة عنها لضمان جودة التنقية.
- تورم العقد الليمفاوية وانتفاخها قد يدل على وجود التهابات نتيجة عدوى ميكروبية أو أورام سرطانية في الأنسجة القريبة منها لذا يمكن الاعتماد عليها في تشخيص بعض الأمراض.

معلومة إضافية

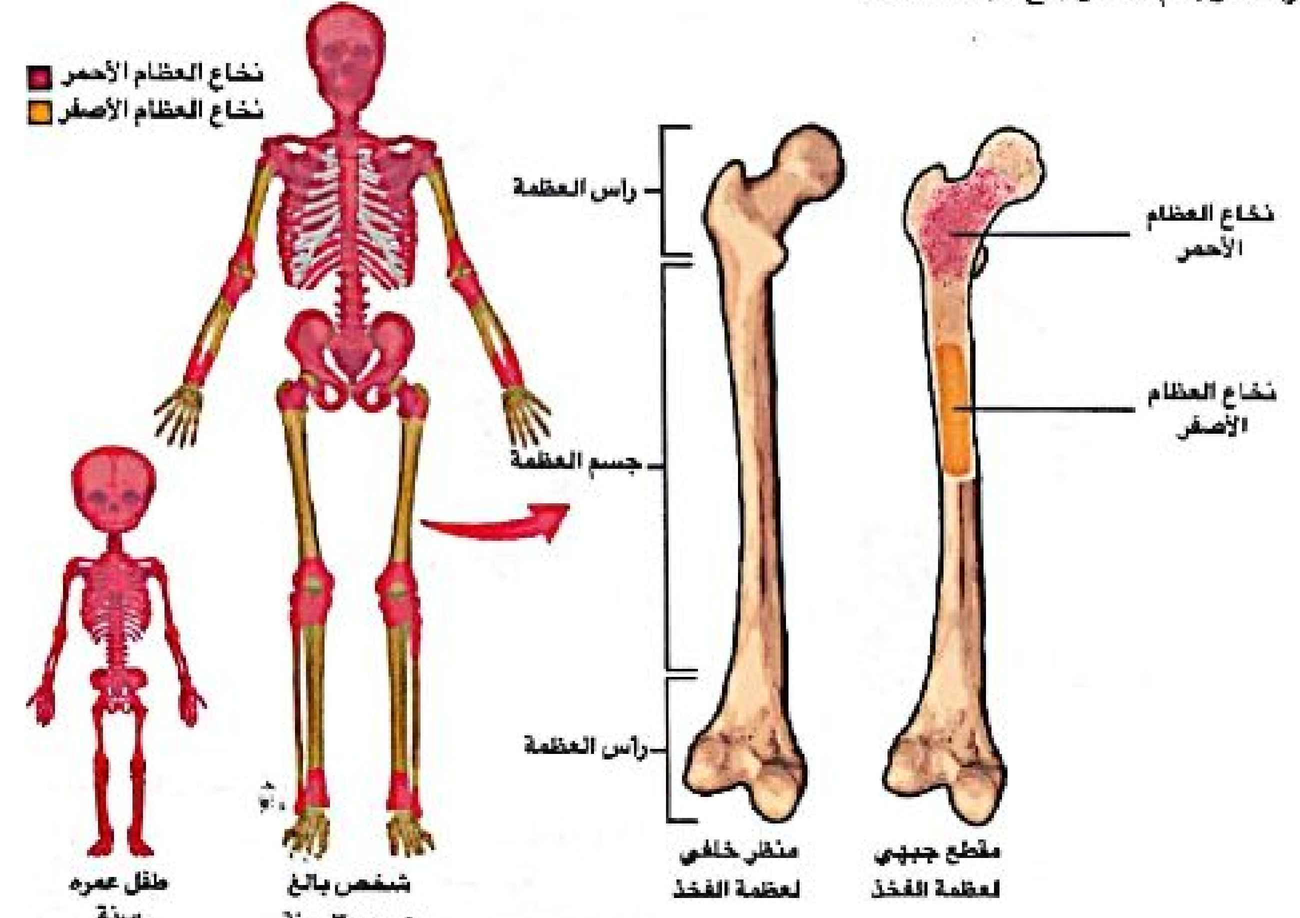
- **الليمف Lymph**
- **التعريف:** سائل شفاف يميل لونه للأصفر يتكون من بقايا رشيح البلازما عند الأنسجة ويمر في الأوعية الليمفاوية حتى يصل للقلب.
- **تركيبه:** يتكون من بلازما وصفائح دموية وخلايا دم بيضاء وبعض البروتينات والأحماض الدهنية ولا يحتوي على خلايا دم حمراء.
- **آلية تكوينه:** يتكون من بقايا النسيج بين الخلوي الناتج من ترشيح البلازما عند الشعيرات الدموية بفعل ارتفاع ضغط الدم عند النهاية الشريانية مقارنة بالنهاية الوريدية للشعيرات الدموية حيث يعود معظمه إلى النهاية الوريدية والكمية المتبقية تدخل الشعيرات الليمفاوية على شكل لمف.



- **أهميته:**
  - منع تراكم السوائل بين الخلايا وبعضها.
  - نقل المواد المهضومة كبيرة الحجم كالأحماض الدهنية للدورة الدموية.
  - نقل المواد الغريبة كالبكتيريا من النسيج الخلالي للعقد الليمفاوية (المصافي) لتدميرها والقضاء عليها.

أداء ذاتي

2 الشكل التالي يعبر عن أماكن توزيع كل من نخاع العظام الأحمر ونخاع العظام الأصفر في جسم طفل يبلغ من العمر سنة واحدة وجسم شخص بالغ لديه ٣٠ سنة.



افحص الشكل جيدا ثم أجب:

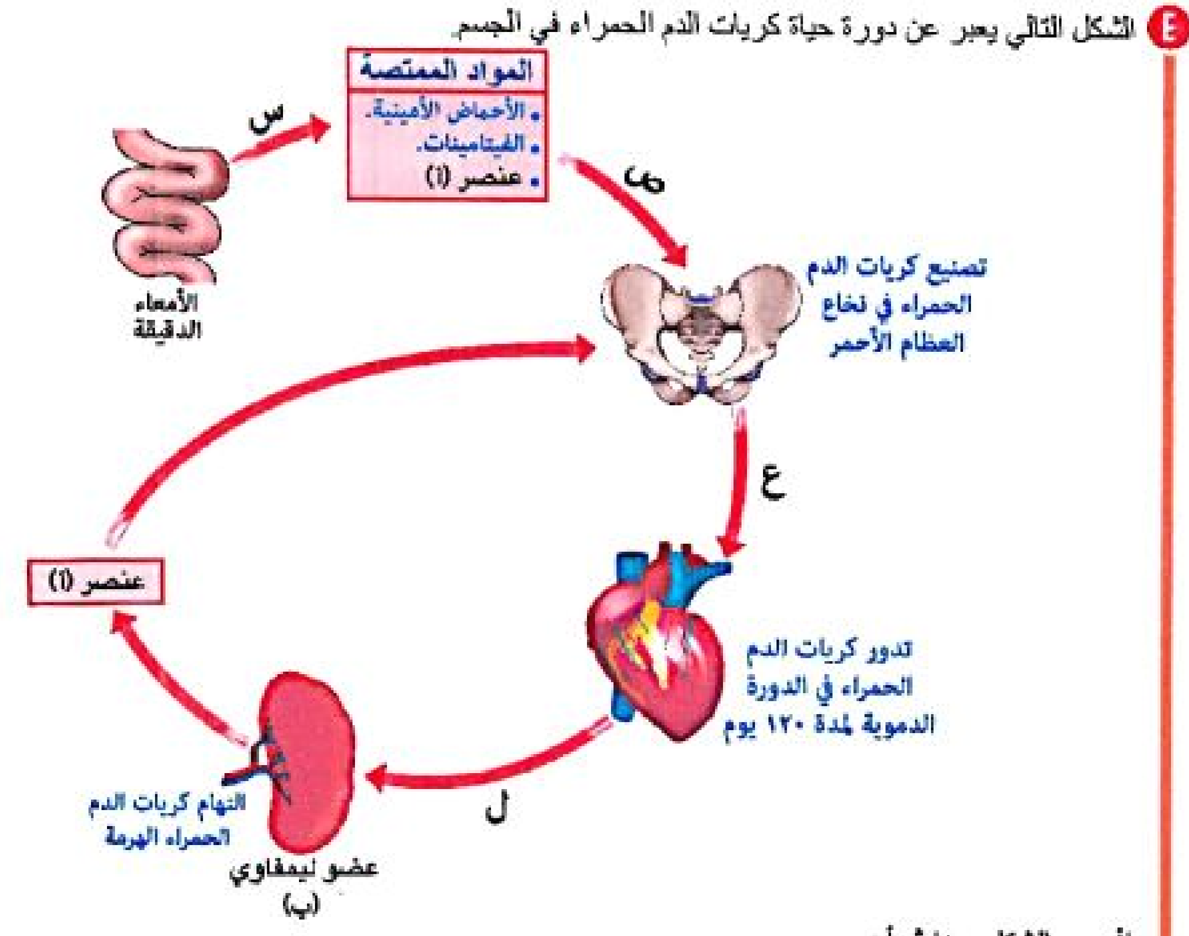
(1) أي البدائل التالية يمكن استنتاجها من الشكل المقابل ؟ ....
- (أ) يوجد نخاع العظام الأصفر في الأطفال والبالغين
- (ب) تقل نسبة نخاع العظام الأحمر بالجسم مع التقدم في العمر
- (ج) تحتوي عظام الحوض والجمجمة على نخاع عظام أحمر دائما
- (د) الثانية والثالثة

(2) جميع العظام التالية تحتوي على نخاع العظام الأحمر في البالغين ماعدا ....
- (أ) الضلوع
- (ب) جسم عظمة الفخذ
- (ج) رأس عظمة العضد
- (د) الفقرة القطنية الرابعة

(3) نسبة نخاع العظام الأحمر في الأطفال أكبر من البالغين بسبب ....
- (أ) احتواء جسم الطفل على كمية أقل من الدهون
- (ب) حاجة الطفل لعدد أكبر من كريات الدم الحمراء
- (ج) احتواء لبن الأم على مواد منشطة
- (د) ندرة الأجسام المضادة في جسم الأطفال

3 إذا علمت أن مرض حمى التيفود تسببه إحدى أنواع البكتيريا التي تنتشر في الجهاز الهضمي. فأي الأعضاء الليمفاوية التالية قد ينتج عن حدوث خلل فيها زيادة فرصة الإصابة بحمى التيفود ؟ ....
- (أ) اللوزتان
- (ب) الطحال
- (ج) بقع باير
- (د) الأولى والثالثة

Ⓔ الشكل التالي يعبر عن دورة حياة كريات الدم الحمراء في الجسم.



افحص الشكل جيدًا ثم أجب:

(١) أي العناصر الكيميائية التالية يشير إليها الرمز (أ) ؟ ....

Ⓐ الكالسيوم Ⓑ الصوديوم Ⓒ الحديد Ⓓ البوتاسيوم

(٢) أي المؤثرات التالية تؤدي إلى زيادة نشاط العملية (ص) بالجسم ؟ ....

Ⓐ الإصابة بعدوى فيروسية Ⓑ نقص الأكسجين أثناء صعود المرتفعات
Ⓒ التعرض المستمر للإشعاع Ⓓ استئصال الطحال

(٣) أي البدائل التالية قد ينتج عنها زيادة ملحوظة في معدل العملية (ل) ؟ ....

Ⓐ تضخم الطحال نتيجة الإصابة بالملاريا Ⓑ النزيف الحاد نتيجة حادث سيارة
Ⓒ استخدام أدوية مثبطة لنخاع العظام الأحمر Ⓓ استئصال الطحال نتيجة أورام سرطانية

(٤) أي البدائل التالية صحيحة عن العضو الليمفاوي (ب) ؟ ....

Ⓐ تتصل به أوعية ليمفاوية صادرة وأخرى واردة Ⓑ تتصل به أوعية ليمفاوية واردة فقط
Ⓒ تتصل به أوعية ليمفاوية صادرة فقط Ⓓ لا تتصل به أوعية ليمفاوية صادرة أو واردة

(٥) أي البدائل التالية تعبر عن نتيجة فحص عينة دم لمريض يعاني من تضخم في العضو الليمفاوي (ب) ؟ ....

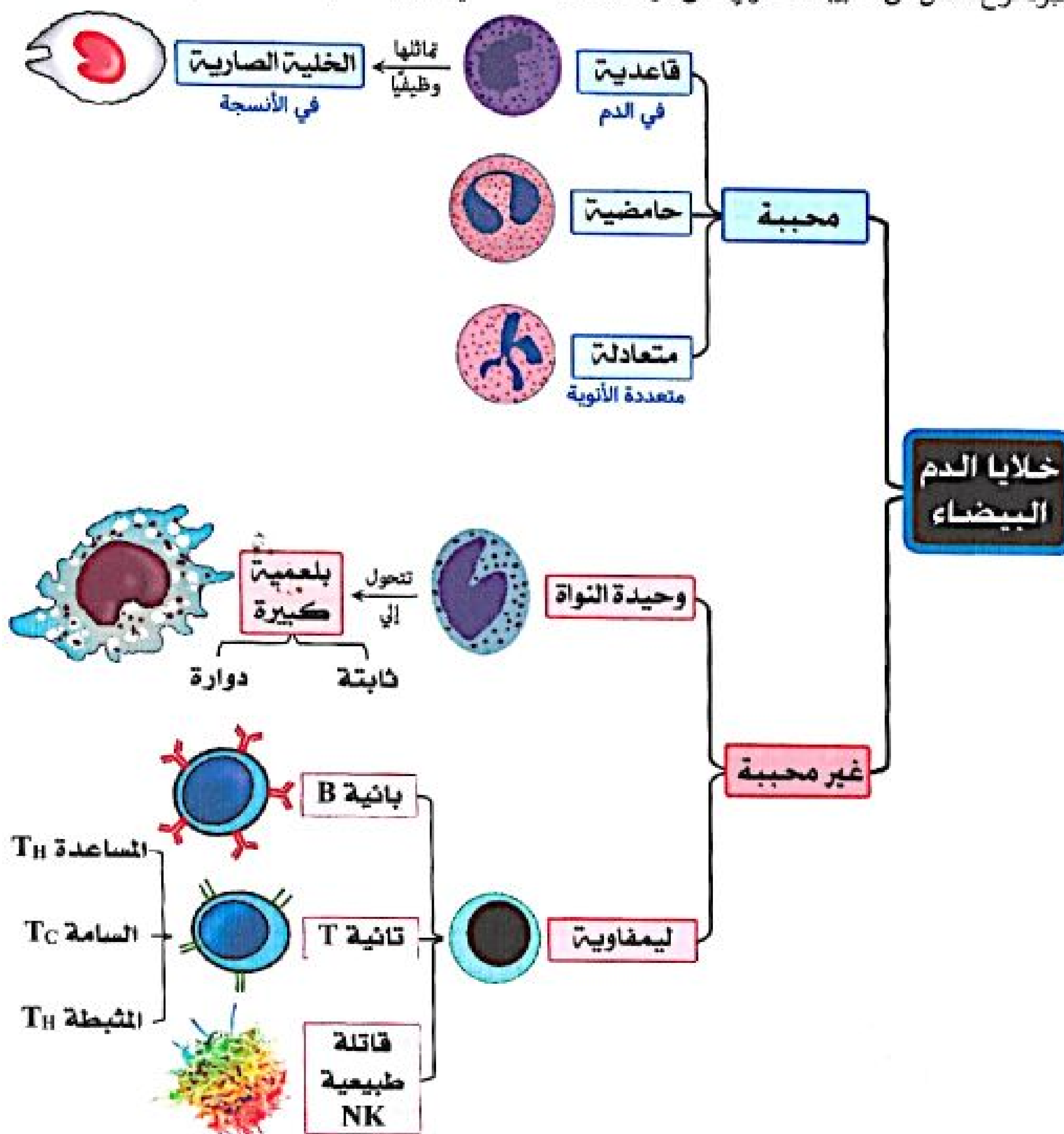
	عدد كريات الدم الحمراء	كمية الهيموجلوبين
Ⓐ	منخفض	مرتفع
Ⓑ	منخفض	منخفض
Ⓒ	مرتفع	منخفض
Ⓓ	مرتفع	مرتفع



المقدمة

الأساس العلمي الذي تصنف عليه خلايا الدم البيضاء:

وجود نوع خاص من الحبيبات تحتوي على مواد كيميائية تختلف في قابليتها للصبغة الحامضية والقاعدية والمتعادلة.



أ خلايا الدم البيضاء المحببة Granulocyte

تنقسم إلى ثلاثة أنواع أساسية:

	الخلايا القاعدية Basophils	الخلايا الحامضية Eosinophils	الخلايا المتعادلة Neutrophils «متعددة الأنوية»
صورة توضيحية			
الوظيفة	مكافحة العدوى خاصة العدوى البكتيرية والالتهابات وذلك لأنها: ❶ تحتوي على حبيبات تقوم بتفتيت خلايا الكائنات الممرضة المهاجمة للجسم. ❷ تقوم ببلعمة (ابتلاع و هضم) الكائنات الممرضة.		

ملحوظات

- يمكن التمييز بين خلايا الدم البيضاء الحامضية والقاعدية والمتعادلة عن طريق:
  - حجم الخلايا. - شكل النواة داخل الخلايا. - لون الحبيبات الظاهرة بداخلها تحت المجهر.
- تبقى خلايا الدم البيضاء الحامضية والقاعدية والمتعادلة فترة قصيرة نسبيًا تتراوح بين عدة ساعات إلى عدة أيام في الدورة الدموية.

معلومات إضافية

- عملية البلعمة.
- المفهوم: عملية حيوية تقوم بها خلايا خاصة (ملتهمة) يتم فيها التعرف على الجسم الغريب كالبكتيريا ثم ابتلاعه وهضمه إلى مكوناته الأساسية حتى يسهل على الجسم التخلص منه لحماية الجسم من غزو الكائنات الممرضة.
- الخلايا التي لها القدرة على القيام بعملية البلعمة (الخلايا البلعمية الكبيرة - الخلايا المتعادلة - الخلايا القاعدية - الخلايا الحامضية - الخلايا الليمفاوية البائية) بها عدد كبير من الليسوسومات (عضيات داخل الخلية تحتوي على إنزيمات محللة).
- الخطوات:

١- مرحلة التعرف والتلامس: يحدث تجاذب بين الخلية البلعمية ومكان الجسم الغريب (ميكروب أو مادة سامة) عن طريق مواد كيميائية مساعدة ثم يتعرف عليه بصورة مباشرة أو بمساعدة الأجسام المضادة والمتممات.

٢- مرحلة الإحاطة: ترسل الخلايا البلعمية عدداً من الأقدام الكاذبة حول الجسم الغريب، فتلتحم به وتحبسه بينها مُكونة ما يعرف بالفجوة الهاضمة.

٣- مرحلة الابتلاع: تبتلع الخلية البلعمية الجسم الغريب، وتحيط به تمهيدًا للانتقال للمرحلة التالية.

٤- مرحلة الهضم: تفرز الخلية البلعمية إنزيمات هاضمة تعرف بالليزوزيم lysozyme (إنزيمات محللة) ليتحلل الجسم الغريب داخل الفجوة الهاضمة.



ب خلايا الدم البيضاء غير المحببة Agranulocyte



تشمل:

١- الخلايا وحيدة النواة والخلايا البلعمية الكبيرة. ٢- الخلايا الليمفاوية.

	الخلايا وحيدة النواة Monocytes	الخلايا البلعمية الكبيرة Macrophages، وتشمل نوعين أساسيين: الثابتة (الساكنة)	الدوارة (الجوالة=المتحركة)
مكان الوجود	توجد في الدم.	تتواجد في معظم أنسجة الجسم.	ليس لها مكان ثابت حيث تدور في جميع أجزاء الجسم المختلفة.
الوظيفة	❶ تدمير الأجسام الغريبة. ❷ تتحول إلى خلايا بلعمية عند الحاجة، والتي تلتهم بدورها الكائنات الغريبة عن الجسم.	تتأهب لالتهام أي جسم غريب يتواجد بالقرب منها عن طريق القيام بعملية البلعمة.	❶ القيام بعملية البلعمة. ❷ حمل المعلومات التي تم جمعها عن الميكروبات والأجسام الغريبة وتقدمها للخلايا المناعية المتخصصة الموجودة في العقد الليمفاوية المنتشرة في جميع أجزاء الجسم لتقوم بتجهيز جميع الوسائل الدفاعية المناسبة مثل الأجسام المضادة وتخصيص نوع الخلايا القاتلة التي تتعامل مع الميكروبات.
صورة توضيحية			

ملحوظة

- تسمى الخلايا البلعمية الكبيرة الثابتة بأسماء مختلفة ... علل ؟
لأنها تتواجد في معظم أنسجة الجسم لذا تسمى بأسماء مختلفة حسب النسيج الموجودة فيه، فمثلًا في نسيج الكبد تسمى خلايا كوبفر Kupffer cell وفي نسيج البشرة تسمى خلايا لانجرهانز Langerhans cells.

تنويه

الحبيبات التي تظهر على وحيدة النواة والبلعمية الكبيرة لا تدل على أنها خلايا محببة؛ لأن هذه الحبيبات عبارة عن الليسوسومات.

الخلايا الليمفاوية Lymphocytes


خلية ليمفاوية

الوصف: نوع من خلايا الدم البيضاء غير المحببة.

النسبة: حوالي ٢٠ : ٣٠٪ من خلايا الدم البيضاء بالدم.

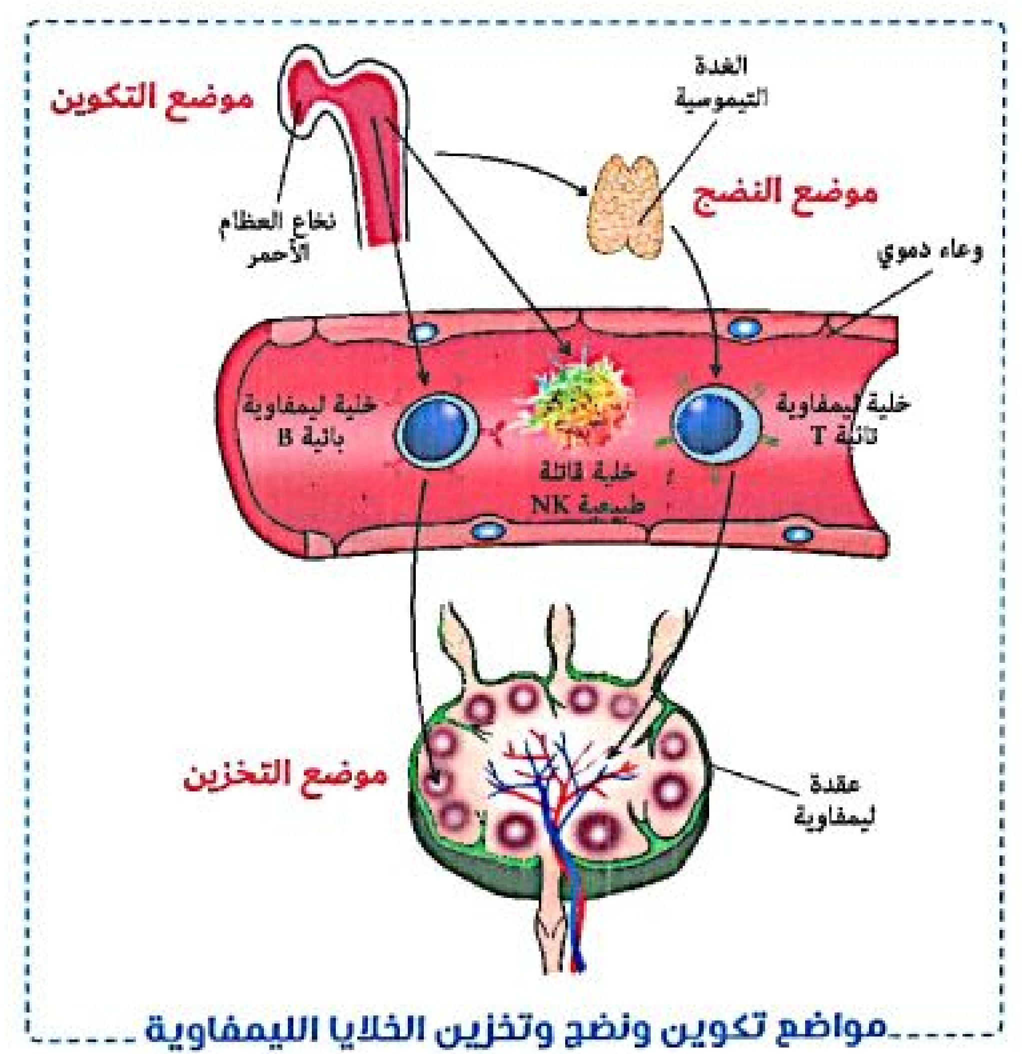
مكان التكوين: تتكون جميع الخلايا الليمفاوية في نخاع العظام الأحمر.

القدرة المناعية:

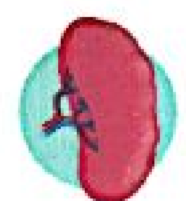
- **في بداية تكوينها:** لا يكون لها أي قدرة مناعية.
- **بعد نضجها وتمايزها:** تتحول إلي خلايا ذات قدرة مناعية.

الوظيفة:

تدور في الدم باحثة عن أي ميكروب أو جسم غريب فتشغل آلياتها الدفاعية والمناعية للتخلص من شرور هذه الميكروبات الممرضة التي تحاول غزو الجسم والتكاثر والانتشار فيه، وتخريب أنسجته، وتعطيل وظائفه الحيوية الفسيولوجية.



مواضع تكوين ونضج وتخزين الخلايا الليمفاوية



الأنواع: يوجد ثلاثة أنواع من الخلايا الليمفاوية في الدم **كما يلي:**

١- الخلايا البائية **B-cells**

٢- الخلايا التائية **T-cells**، تتمايز إلى ثلاثة أنواع، **هي:**

- الخلايا التائية المساعدة **Helper T-cells (T_H)**
- الخلايا التائية السامة «القاتلة» **Cytotoxic T-cells (T_c)**
- الخلايا التائية المثبطة «الكابحة» **Suppressor T-cells (T_s)**

٣- الخلايا القاتلة الطبيعية **Natural killer cells (NK)**

ويمكن المقارنة بينهم كالتالي:

	الخلايا البائية B-cells	الخلايا التائية T-cells			الخلايا القاتلة الطبيعية NK
نسبتها	حوالي ١٠ : ١٥٪ من الخلايا الليمفاوية بالدم.	حوالي ٨٠٪ من الخلايا الليمفاوية بالدم.			حوالي ٥ : ١٠٪ من الخلايا الليمفاوية بالدم.
مكان التكوين	نخاع العظام الأحمر.				
مكان النضج	نخاع العظام الأحمر.	الغدة التيموسية.			نخاع العظام الأحمر.
		تائية مساعدة T_H	تائية سامة T_c (قاتلة)	تائية مثبطة T_c (كابحة)	
الوظيفة	• التعرف على أي ميكروبات أو مواد غريبة عن الجسم (بكتيريا - فيروسات). • الالتصاق بها. • إنتاج أجسام مضادة تقوم بتدميرها.	- تنشط الأنواع الأخرى من الخلايا التائية وتحفزها للقيام باستجابتها المناعية. - تحفيز الخلايا البائية لإنتاج الأجسام المضادة.	مهاجمة الخلايا الغريبة عن الجسم مثل الخلايا السرطانية والأعضاء المزروعة وخلايا الجسم المصابة بالفيروس.	- تنظيم درجة الاستجابة المناعية للحد المطلوب. - تثبيط أو كبح عمل الخلايا البائية B والتائية T بعد القضاء على الكائن الممرض.	مهاجمة خلايا الجسم غير الطبيعية كالمصابة بالفيروس والخلايا السرطانية والقضاء عليها بواسطة الإنزيمات التي تفرزها.

معلومات إضافية

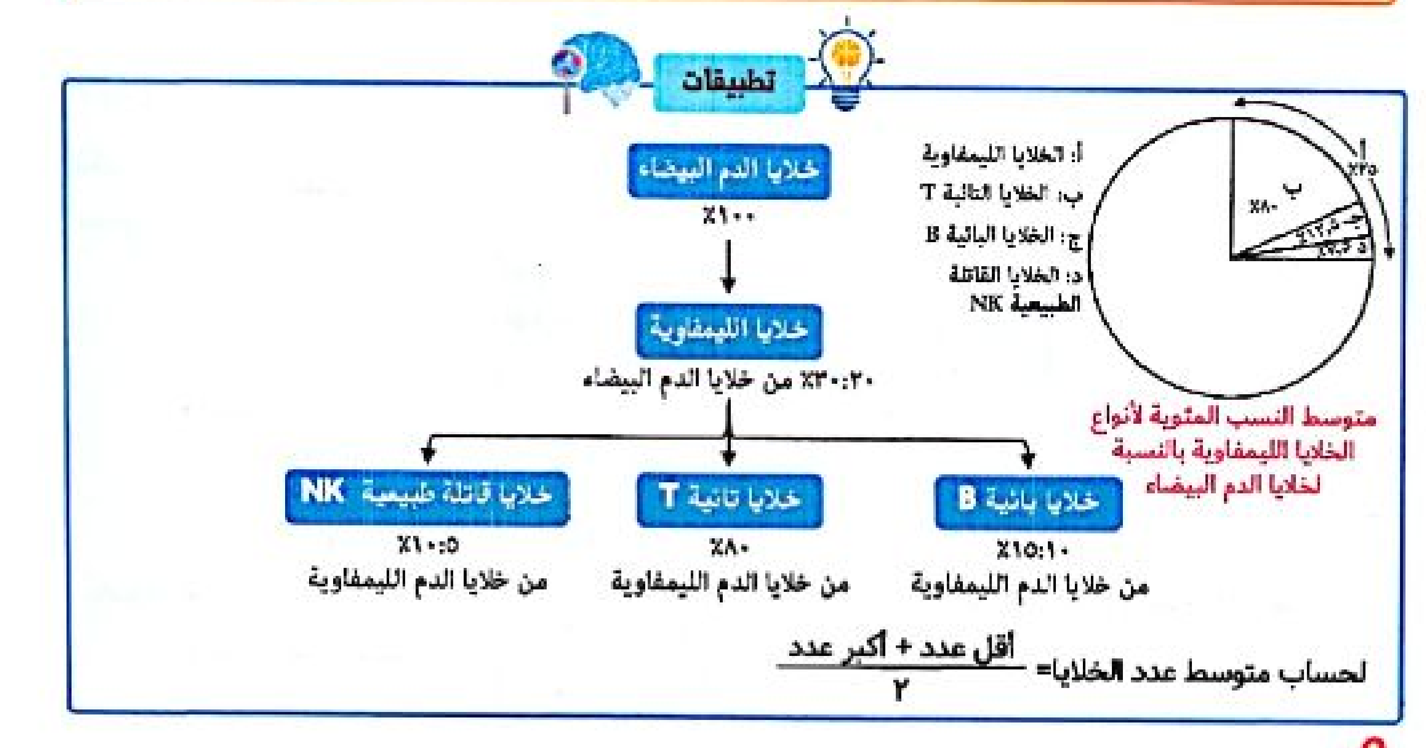
- أكبر خلايا الدم البيضاء حجما هي الخلايا وحيدة النواة (الخلايا البلعمية)، بينما أصغرها حجما هي الخلايا الليمفاوية.
- أنوية الخلايا الليمفاوية كبيرة الحجم نسبيًا وتشغل معظم حجم السيتوبلازم مقارنة بباقي خلايا الدم البيضاء الأخرى.
- **تعريف زراعة الأعضاء:**

نقل عضو أو نسيج حي من جسم إلي آخر أو من مكان لأخر في نفس الجسم عند الحاجة لتعويض وظيفة العضو أو النسيج التالف لإنقاذ حياة المريض ومن أشهر هذه الأعضاء الكلى والعظام والقلب والكبد وغيرها.

- **شروط عمليات زراعة الأعضاء:**

١- وجود تطابق في المحتوى الوراثي بين كل من المتبرع والمستقبل للعضو المراد زراعته حتى لا يتعرف الجهاز المناعي للمستقبل على العضو المزروع كأنتيجين غريب عن الجسم.
٢- وضع المستقبل في غرفة معقمة وخالية من الكائنات الممرضة لتجنب إصابته بالعدوى.
٣- تناول المستقبل لأدوية مثبطة للمناعة ومضادة للالتهاب (مثل الكورتيزون) لتقليل فرصة طرد الجسم للعضو المزروع وتقليل الاستجابة المناعية تجاهه.
٤- سلامة كل من المتبرع والمستقبل من الأمراض خاصة الفيروسية والسرطانية.

تطبيقات



لحساب متوسط عدد الخلايا= $\frac{\text{أقل عدد + أكبر عدد}}{٢}$

مثال (١):

إذا كان متوسط خلايا الدم بيضاء في عينة دم يساوي ١٤٠٠٠ خلية، احسب.
١- أكبر وأقل عدد من الخلايا الليمفاوية في هذه العينة.
٢- متوسط عدد الخلايا الليمفاوية في هذه العينة.
٣- أكبر وأقل عدد من الخلايا البائية في هذه العينة.
٤- متوسط عدد الخلايا البائية في هذه العينة.
٥- أكبر وأقل عدد من الخلايا القاتلة الطبيعية في هذه العينة.
٦- متوسط عدد الخلايا القاتلة الطبيعية في هذه العينة.

الإجابة

١- أكبر عدد من الخلايا الليمفاوية = $\frac{٣٠}{١٠٠} \times ١٤٠٠٠ = ٤٢٠٠$ خلية.
أقل عدد من الخلايا الليمفاوية = $\frac{٢٠}{١٠٠} \times ١٤٠٠٠ = ٢٨٠٠$ خلية.

٢- متوسط عدد الخلايا الليمفاوية = $(\frac{٣٠ + ٢٠}{٢}) \div ١٠٠ \times ١٤٠٠٠ = \frac{٢٥}{١٠٠} \times ١٤٠٠٠ = ٣٥٠٠$ خلية.

٣- أكبر عدد من الخلايا البائية = $\frac{١٥}{١٠٠} \times ٤٢٠٠ = ٦٣٠$ خلية.
أقل عدد من الخلايا البائية = $\frac{١٠}{١٠٠} \times ٢٨٠٠ = ٢٨٠$ خلية.

٤- متوسط عدد الخلايا البائية = $\frac{٦٣٠ + ٢٨٠}{٢} = ٤٥٦$ خلية تقريبًا.

٥- أكبر عدد من الخلايا القاتلة الطبيعية = $\frac{١٠}{١٠٠} \times ٤٢٠٠ = ٤٢٠$ خلية.
أقل عدد من الخلايا القاتلة الطبيعية = $\frac{٥}{١٠٠} \times ٢٨٠٠ = ١٤٠$ خلية.

٦- متوسط عدد الخلايا القاتلة الطبيعية = $\frac{٤٢٠ + ١٤٠}{٢} = ٢٨٠$ خلية.

مثال (٢): **(الثانوية الأزهرية - دور أول - ٢٠١٧)**

إذا كان متوسط عدد الخلايا البائية في قطرة دم شخص حوالي ٤٠٠ خلية، فاحسب متوسط عدد الخلايا التائية في نفس القطرة.

الإجابة

∵ متوسط نسبة عدد الخلايا البائية = $\frac{١٠ + ١٥}{٢} = ١٢٫٥٪$ من الخلايا الليمفاوية.
، نسبة عدد الخلايا التائية = ٨٠٪ من الخلايا الليمفاوية.

٤٠٠ خلية ⟵ ١٢٫٥٪
س خلية ⟵ ٨٠٪

∴ عدد الخلايا التائية في القطرة = $\frac{٤٠٠ \times ٨٠}{١٢٫٥} = ٢٥٦٠$ خلية.

أداء ذاتي

١ أي العبارات التالية صحيحة عن خلايا الدم البيضاء الحامضية ؟ ....
(أ) تحتوي على كمية محدودة جدا من السيتوبلازم
(ب) نواتها غير منتظمة الشكل ثلاثية الفصوص
(ج) عمرها قصير جدا مقارنة بالخلايا الليمفاوية
(د) يندر وجود الليسوسومات بداخلها

٢ أي العبارات التالية صحيحة عن الخلايا المناعية الموضحة بالشكل المقابل ؟ ....
(أ) تمتلك قدرة مناعية متخصصة منذ بداية تكوينها
(ب) تعتبر أكبر الخلايا المناعية حجما
(ج) تتكون في نخاع العظام الأحمر والغدة التيموسية
(د) تنضج في نخاع العظام الأحمر والغدة التيموسية

٣ مريض عمره ٤٠ سنة يعاني من فشل كلوي حاد خضع لعملية زراعة كلي منذ يومين. أي البدائل التالية يمكن من خلالها التنبؤ بفشل هذه العملية من خلال فحص عينة دم لهذا المريض ؟ ....
(أ) زيادة عدد الخلايا التائية المساعدة عن المعدل الطبيعي
(ب) زيادة عدد الخلايا التائية الكابحة عن المعدل الطبيعي
(ج) زيادة عدد الخلايا القاتلة الطبيعية عن المعدل الطبيعي
(د) الأولى والثالثة

ثالثًا المواد الكيميائية المساعدة Assistant chemicals

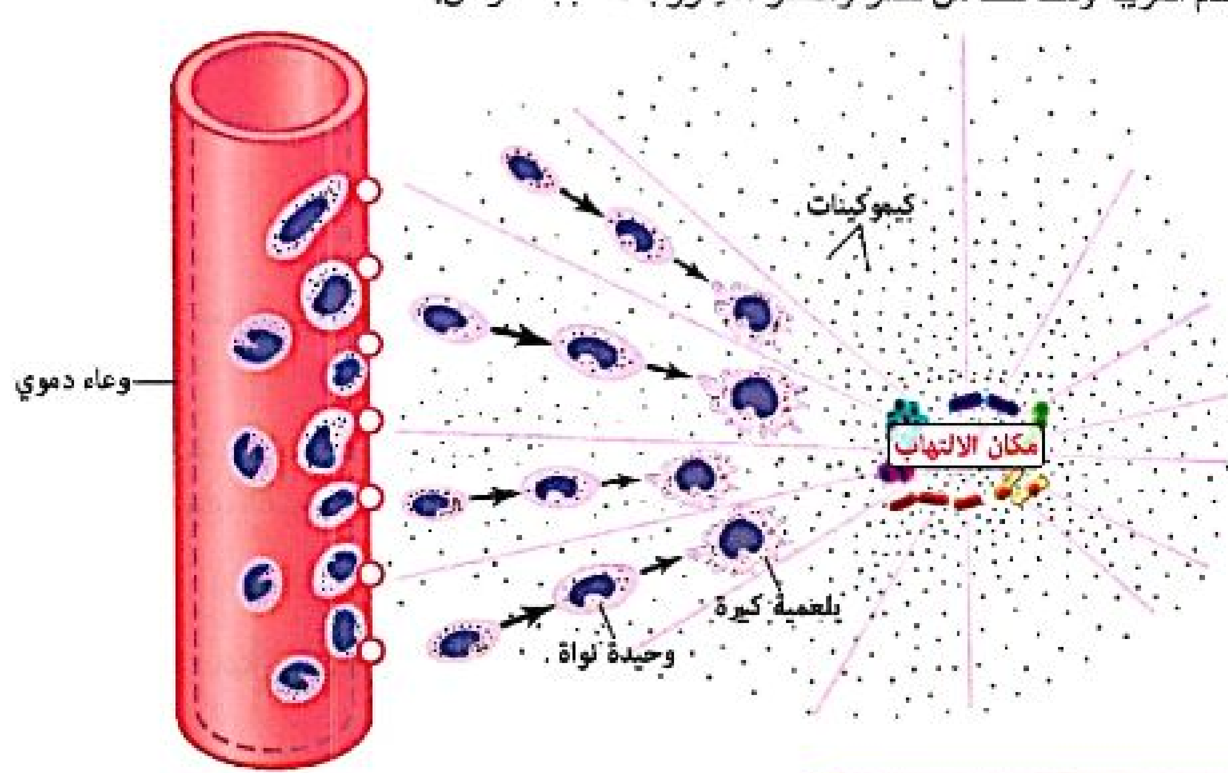
مواد تتعاون وتساعد الآليات المتخصصة للجهاز المناعي في عملها.

الأنواع:

1 الكيموكينات Chemokines

الوظيفة:

تمثل عوامل جذب للخلايا المناعية البلعمية المتحركة مع الدم بأعداد كبيرة نحو موقع تواجد الميكروبات أو الأجسام الغريبة وذلك للحد من تكاثر وانتشار الميكروب المسبب للمرض.



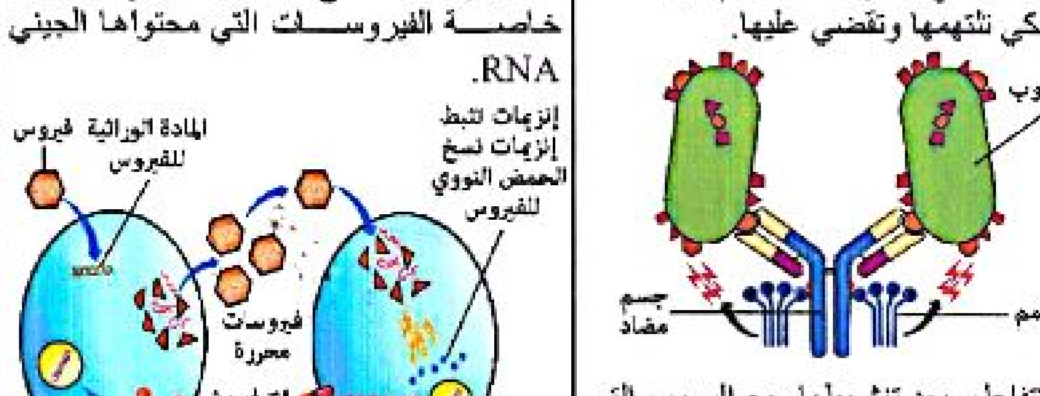
2 الإنترليوكينات Interleukins

الوظيفة:

1. تعمل كأداة اتصال أو ربط بين خلايا الجهاز المناعي المختلفة.
2. تعمل كأداة اتصال أو ربط بين الجهاز المناعي وخلايا الجسم الأخرى.
3. مساعدة الجهاز المناعي في أداء وظيفته المناعية.





	٤ سلسلة المكملات (المتممات) Complements	٥ الإنترفيرونات Interferons
التركيب الكيميائي	مجموعة متنوعة من البروتينات والإنزيمات.	عدة أنواع من البروتينات.
مكان الإفراز	يتم تصنيعها في الكبد في صورة أولية غير نشطة.	تنتجها خلايا الأنسجة المصابة بالفيروسات.
مكان الاستجابة	تنتقل من الكبد للدم ومنها للأنسجة المختلفة حسب الحاجة.	تنتقل من الخلايا المصابة بالفيروس إلى الخلايا الحية المجاورة لها (التي لم تصب بالفيروس بعد).
وظيفة	1 تدمير الميكروبات الموجودة بالدم، حيث ترتبط بالأجسام المضادة ثم تقوم بتحليل الأنتيجينات الموجودة على سطح الميكروبات وإذابة محتوياتها تجعلها في متناول خلايا الدم البيضاء لكي تلتهمها وتقضي عليها.  2 تتفاعل -بعد تنشيطها- مع السموم التي تفرزها الكائنات الممرضة تفاعلاً متسلسلاً يؤدي إلى إبطال مفعولها والتهامها من خلال الخلايا البلعمية.	منع الفيروس من التكاثر والانتشار في الجسم حيث ترتبط بالخلايا الحية المجاورة للخلايا المصابة (التي لم تصب بالفيروس) وتحثها على إنتاج نوع من الإنزيمات يعمل على تثبيط عمل إنزيمات نسخ الحمض النووي للفيروس خاصة الفيروسات التي محتواها الجيني RNA.
درجة التخصص	معظمها غير متخصصة.	غير متخصصة ضد فيروس معين.

رابعًا الأجسام المضادة Antibodies

مواد بروتينية تسمى بـ«الجلوبيولينات المناعية Immunoglobulins (Ig)» وتظهر على شكل حرف (Y).

التركيب الكيميائي: بروتين الجلوبيولين (بروتين تنظيمي).

مكان الوجود: توجد بالدم والليمف في الحيوانات الفقارية والإنسان.

> **تنويه**
> الجلوبيولين يختلف عن الجلوبين الذي يدخل في تكوين الهيموجلوبين.

المصدر: تنتج بواسطة الخلايا البائية البلازمية النشطة.

الوظيفة:

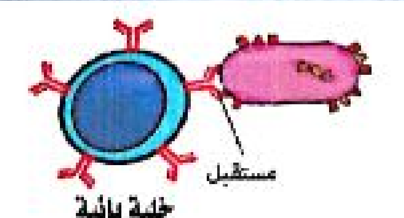
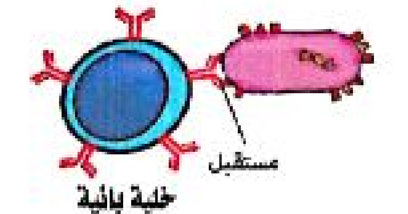
تضاد الأجسام الغريبة عن الجسم حيث تقوم الأجسام المضادة وجزيئات المتممات بالالتصاق بالأجسام الغريبة (كالبكتريا) لتجعلها في متناول خلايا الدم البيضاء لكي تلتهمها وتقضي عليها.

كيفية التكوين:



❶ يوجد على سطح الأجسام الغريبة (كالبكتيريا) التي تغزو أنسجة الجسم مركبات تسمي مولدات الضد أو المستضدات أو الأنتيجينات Anti-gens.

Antibody ← الضد
generators ← مولد

❷ تقوم الخلايا المناعية البائية B بالتعرف على هذه الأجسام والمكونات الغريبة عن الجسم عن طريق ارتباط المستقبلات الموجودة على سطح الخلايا البائية B بالأنتيجينات الموجودة على سطح الميكروب.

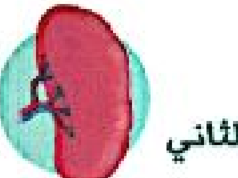


❸ تتحول الخلايا البائية إلي خلايا بائية متخصصة تسمي الخلايا البائية البلازمية التي بدورها تقوم بإنتاج الأجسام المضادة التي تدور مع مجرى الدم والليمف وهي مصممة لتضاد الأجسام الغريبة عن الجسم.

ملحوظات:

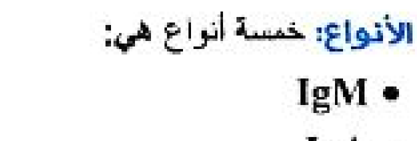
- عندما تصادف الخلايا الليمفاوية البائية B الأنتيجينات لأول مرة ... ماذا يحدث ؟
تقوم بالانقسام المتكرر لتكوين عدة مجموعات تتخصص كل منها لإنتاج نوع واحد من الأجسام المضادة تتخصص لتضاد نوعًا واحدًا من الأنتيجينات التي توجد على سطح الكائنات الحية الدقيقة والجزيئات الأخرى الغريبة عن الجسم بحيث يكون لكل جسم مضاد أنتيجين معين يرتبط به.

- الخلايا البائية على درجة عالية من التخصص ... علل ؟
حيث إنه عندما تصادف الخلايا الليمفاوية البائية B الأنتيجينات لأول مرة تقوم بالانقسام المتكرر لتكوين عدة مجموعات تتخصص كل منها لإنتاج نوعًا واحدًا من الأجسام المضادة تتخصص لتضاد نوع واحد من الأنتيجينات التي توجد على سطح الكائنات الحية الدقيقة والجزيئات الأخرى الغريبة عن الجسم بحيث يكون لكل جسم مضاد أنتيجين معين يرتبط به.



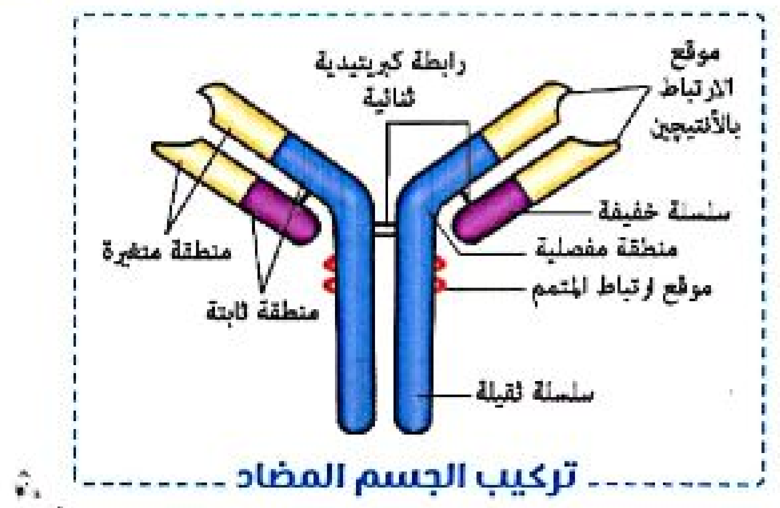
الأنواع: خمسة أنواع هي:

- IgM
- IgA
- IgG
- IgE
- IgD



أنواع الأجسام المضادة

الشكل والتركيب:



تركيب الجسم المضاد

يتركب الجسم المضاد من زوجين من السلاسل البروتينية:

- سلسلتان طويلتان، تسميان **بالسلاسل الثقيلة**.
- سلسلتان قصيرتان، تسميان بالسلاسل **الخفيفة**.

وترتبط السلاسل الطويلة (الثقيلة) معًا بواسطة **رابطتين كبريتيديتين كل منهما رابطة ثنائية الكبريت** (—S-S— —S-S—).

،بينما ترتبط كل سلسلة قصيرة (خفيفة) مع سلسلة طويلة (ثقيلة) بواسطة **رابطة واحدة ثنائية الكبريت** (—S-S—).

تتكون السلاسل البروتينية من منطقتين:

❶ **منطقة متغيرة (الجزء المتغير) تمثل مواقع ارتباط الجسم المضاد بالأنتيجين:**

- لكل جسم مضاد موقعان متماثلان للارتباط بالأنتيجين ماعدا الـIgM وبعض أنواع الـIgA.
- يختلف شكل هذه المواقع من جسم لآخر؛ نظرًا لاختلاف تشكيل الأحماض الأمينية (تتابعها، وأنواعها، وشكلها الفراغي، عددها، ...) المكونة للسلسلة الببتيدية في هذا الجزء التركيبي والتي تحدد تخصص كل جسم مضاد لنوع واحد من الأنتيجينات.
- تساعد هذه المواقع على حدوث الارتباط المحدد بين الأنتيجين والجسم المضاد الملائم له بطريقة تشبه القفل والمفتاح وذلك لتطابق الجزء المتغير من الجسم المضاد مع الأنتيجين كصورة مرآة ويؤدي هذا الارتباط إلى تكوين مركب معقد من الأنتيجين والجسم المضاد.

❷ **منطقة ثابتة (الجزء الثابت):** وهو ثابت في الشكل والتركيب في جميع أنواع الأجسام المضادة.

ملحوظة

- **الأجسام المضادة متخصصة ... فسر ؟**
- لأن لكل جسم مضاد موقعين متماثلين للارتباط بالأنتيجين ويختلف شكل هذه المواقع من جسم مضاد لآخر لاختلاف الأحماض الأمينية (من حيث عددها وأنواعها وترتيبها وشكلها الفراغي) المكونة للسلسلة الببتيدية في هذا الجزء التركيبي والتي تحدد تخصص كل جسم مضاد لنوع واحد من الأنتيجينات يرتبط بها.
- لأن الخلايا الليمفاوية البائية عندما تصادف الأنتيجينات لأول مرة تقوم بالانقسام المتكرر لتكوين عدة مجموعات تتخصص كل منها لإنتاج نوع واحد من الأجسام المضادة تتخصص لتضاد نوعًا واحدًا من الأنتيجينات التي توجد على سطح الكائنات الحية الدقيقة والجزيئات الأخرى الغريبة عن الجسم بحيث يكون لكل جسم مضاد أنتيجين معين يرتبط به.

معلومات إضافية

- **نوع الروابط الكيميائية الموجودة في الجسم المضاد:**
- روابط ببتيدية: تربط بين الأحماض الأمينية المكونة للسلاسل الببتيدية وبعضها البعض.
- روابط هيدروجينية: مسئولة عن إكساب الأجسام المضادة الشكل الفراغي المميز لها.
- روابط كبريتيدية ثنائية: تربط السلاسل الببتيدية ببعضها البعض.
- روابط تساهمية: تربط الذرات الكيميائية بعضها البعض.
- **مقارنة بين أنواع الأجسام المضادة:**

	IgM	IgG	IgA	IgE	IgD
شكل توضيحي					
عدد الوحدات البنائية	٥	١	١ أو ٢	١	١
الحجم	أكبر حجمًا	أصغر حجمًا	-	-	-
مواقع الارتباط بالأنتيجن	١٠	٢	٢ أو ٤ أو ٦	٢	٢
عبور المشيمة	لا يعبر	يعبر	لا يعبر	لا يعبر	لا يعبر
الارتباط بالمتممات	يمكنها الارتباط	يمكنها الارتباط	لا يمكنها الارتباط	لا يمكنها الارتباط	لا يمكنها الارتباط
التركيز في الدم	٦٪	٨٠٪	١٣٪	أقل من ١٪	أقل من ١٪
الوظيفة	مسئول عن الاستجابة المناعية الأولية عند دخول الميكروب الجسم لأول مرة.	مسئول عن الاستجابة المناعية الثانوية عند دخول نفس الميكروب الجسم للمرة الثانية.	يوجد في إفرازات الجسم المختلفة مثل الدموع واللعاب ولبن الأم وإفرازات الأغشية المخاطية لمنع العدوى التي تسببها الكائنات الممرضة.	مسئول عن الاستجابة المناعية المصاحبة للحساسية أو العدوى الطفيلية مثل الديدان.	يعمل كمستقبل على سطح الخلايا الليمفاوية البائية.

ملحوظات

- **مقارنة بين الجسم المضاد IgG وIgM.**

	IgG	IgM
عدد السلاسل البروتينية القصيرة	زوج (سلسلتين)	٥ أزواج (١٠ سلاسل).
عدد السلاسل البروتينية الطويلة	٥ أزواج (١٠ سلاسل).	٥ أزواج (١٠ سلاسل).
عدد الروابط الكبريتيدية الثنائية بين السلاسل البروتينية	٤ روابط.	٢٠ رابطة.
عدد مواقع الارتباط بالأنتيجين	٢ موقع.	١٠ مواقع.
عدد المناطق الثابتة	منطقة واحدة	٥ مناطق

- **المواقع الفعالة في الجسم المضاد:**
- موقعان للارتباط بالأنتيجين. ← يقعان ضمن المنطقة المتغيرة Fragment antigen binding (Fab)
- موقع واحد للارتباط بالخلية البائية أو البلعمية الكبيرة. (يتضح ذلك في الشكل التوضيحي لكل من الخلية البائية وعملية الترسيب)
- مواقع للارتباط بالمتممات.

← يقعان ضمن المنطقة الثابتة Fragment crystallizable (Fc)

أداء ذاتي

٨ أي المواد الكيميائية التالية يزداد تركيزها فور دخول بكتيريا سامة من خلال جرح غائر ؟ ....

(أ) سلسلة المتممات (ب) الكيموكينات (ج) الأجسام المضادة (د) جميع ما سبق

٩ جميع البدائل التالية صحيحة عن الإنترفيرونات ماعدا ....

(أ) مواد بروتينية تتكون من ارتباط عدة أحماض أمينية ببعضها
(ب) يزداد تكوينها عند إصابة الجهاز التنفسي بفيروس كورونا
(ج) متخصصة ضد نوع معين من الفيروسات
(د) تزداد فاعليتها ضد الفيروسات التي تكون مادتها الوراثية شريطًا مفردًا من RNA

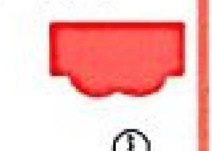
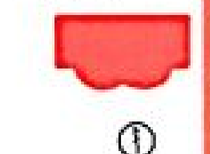
١٠ أي الروابط الكيميائية التالية تكسب الأجسام المضادة الشكل الفراغي المميز لكل نوع ؟ ....

(أ) كبريتيدية ثنائية (ب) ببتيدية (ج) هيدروجينية (د) تساهمية

١١ تتكون الأجسام المضادة في جميع الكائنات الحية التالية ماعدا ....

(أ) الأرنب (ب) القرد (ج) قنفذ البحر (د) طائر النورس

١٢ الشكل المقابل يمثل تركيب أحد أنواع الأجسام المضادة التي تنتجها الخلايا البلازمية ضد البكتيريا المسببة لحمى التيفود. أي الأنتيجينات التالية يمكن وجودها على سطح هذه البكتيريا ؟ ....

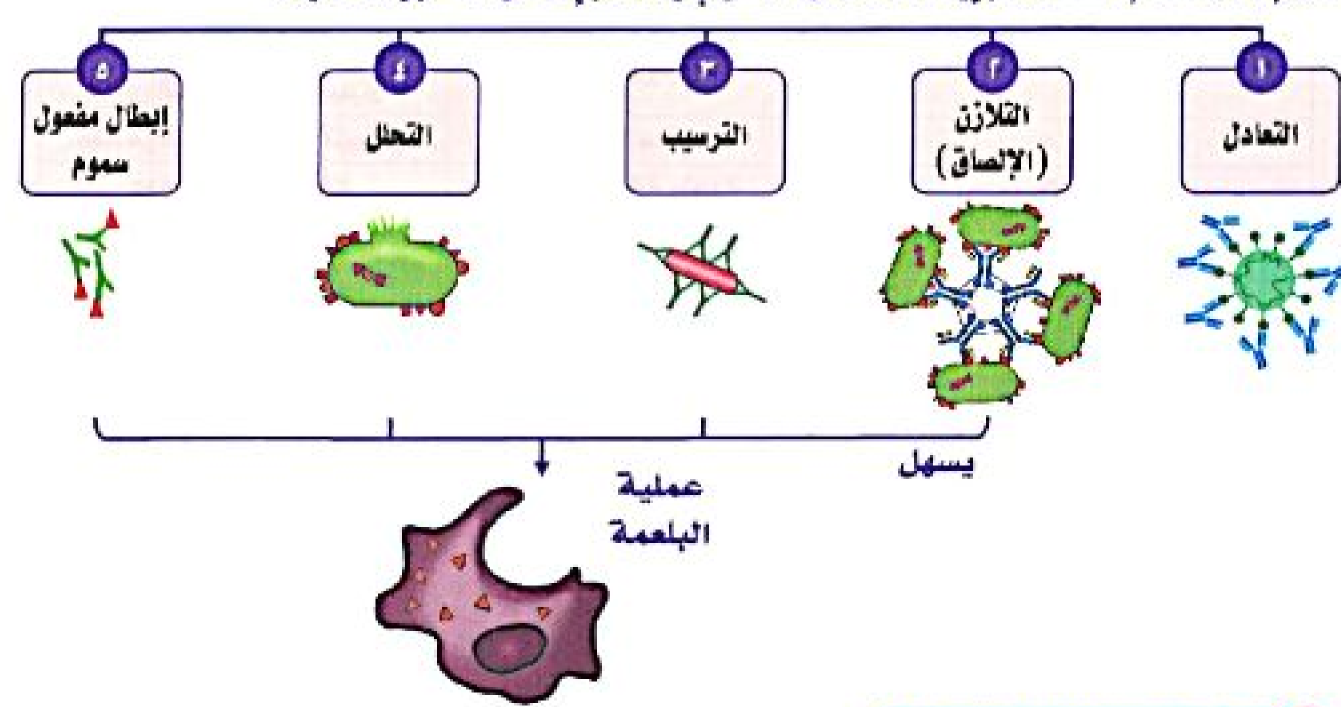




(أ) (ب) (ج) (د)

طرق عمل الأجسام المضادة

الأجسام المضادة ثنائية الارتباط، بينما الأنتيجينات فلها مواقع ارتباط متعددة مما يجعل الارتباط بين الأجسام المضادة والأنتيجينات أمرًا مؤكدًا.

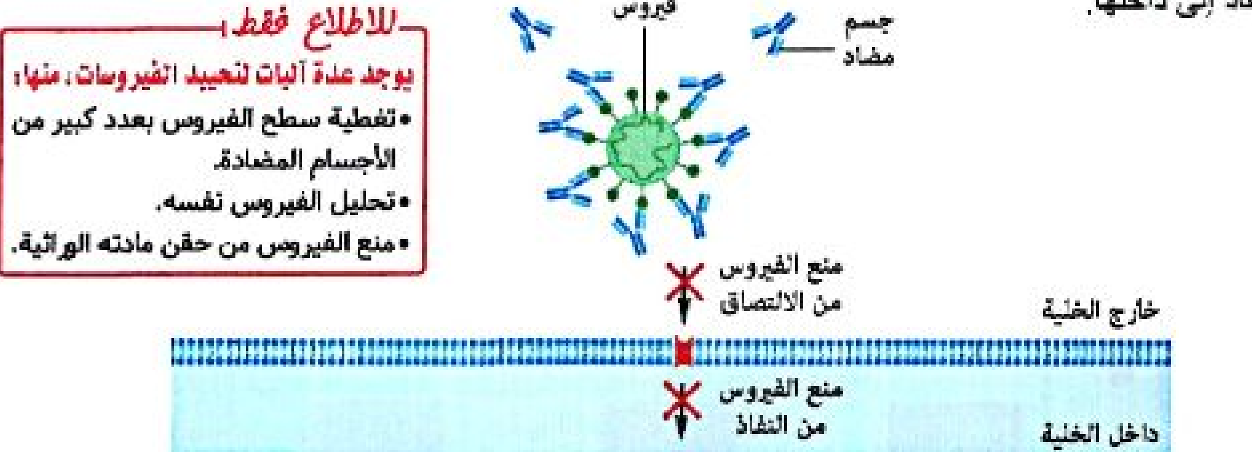
تقوم الأجسام المضادة بإيقاف عمل الأنتيجينات بإحدى الطرق التالية:



١ التعادل Neutralization

هذه الطريقة تعتبر من أهم وظائف الأجسام المضادة في مقاومة الفيروسات بهدف تحييد الفيروسات وإيقاف نشاطها وذلك كالتالي:

1. ارتباط الأجسام المضادة بالأغلفة الخارجية للفيروسات وبذلك تمنعها من الالتصاق بأغشية الخلايا والانتشار أو النفاذ إلى داخلها.



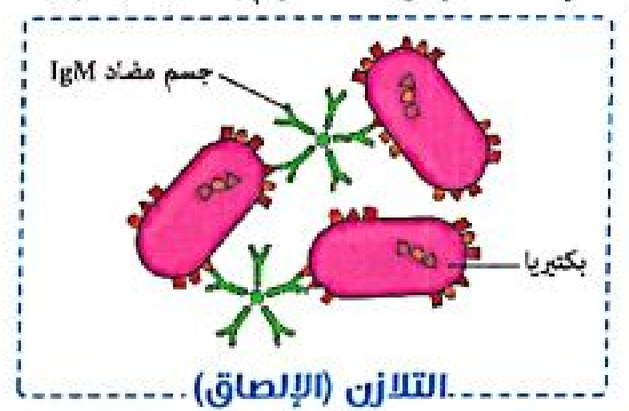
للاطلاع فقط

يوجد عدة آليات لتحييد الفيروسات، منها:
- تغطية سطح الفيروس بعدد كبير من الأجسام المضادة.
- تحليل الفيروس نفسه.
- منع الفيروس من حقن مادته الوراثية.

2. **في حالة اختراق الفيروسات لغشاء الخلية**، فإن الجسم المضاد يمنع الحمض النووي (المادة الوراثية) للفيروسات من الخروج من الخلايا المصابة ومن التناسخ وذلك بإبقاء غلافها مغلقًا.

٢ التلازن (الإلصاق) Agglutination

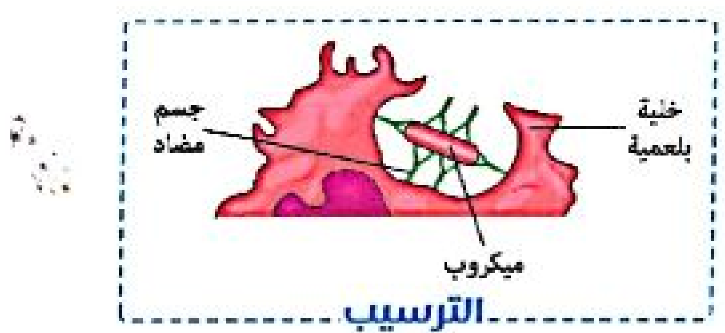
تحتوي بعض الأجسام المضادة، مثل: IgM وبعض أنواع IgA على العديد من مواقع الارتباط مع الأنتيجينات يؤدي ذلك إلى ارتباط الجسم المضاد الواحد بأكثر من ميكروب، وبالتالي تتجمع الميكروبات على نفس الجسم المضاد مما يجعلها أكثر ضعفًا وعرضة للالتهام بالخلايا البلعمية.



التلازن (الإلصاق)

٣ الترسيب Precipitation

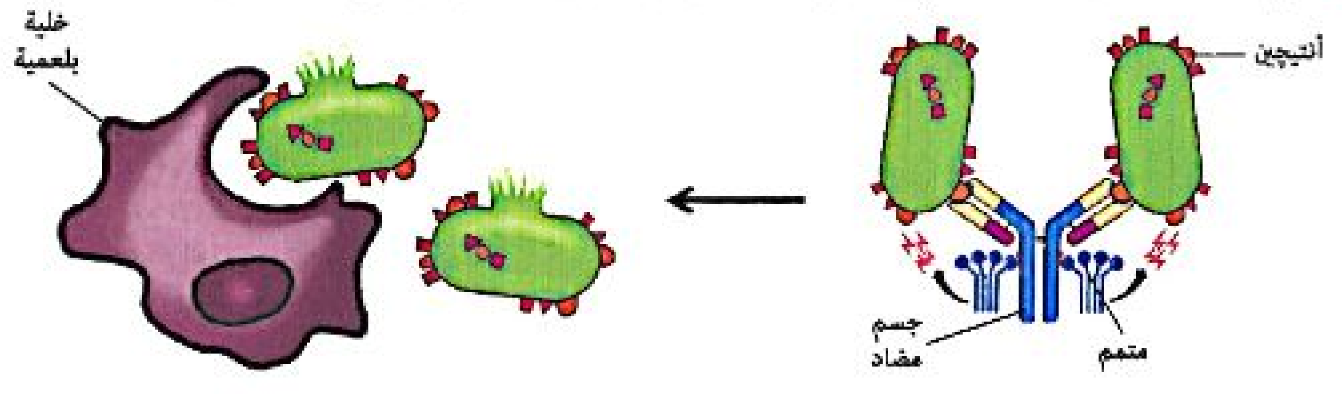
يحدث عادةً في الأنتيجينات الذائبة حيث يؤدي ارتباط الأجسام المضادة مع هذه الأنتيجينات إلى تكوين مركبات غير ذائبة على شكل راسب من الأنتيجين والجسم المضاد، وبالتالي يسهل على الخلايا البلعمية التهام هذا الراسب (تحفيز عملية البلعمة).



الترسيب

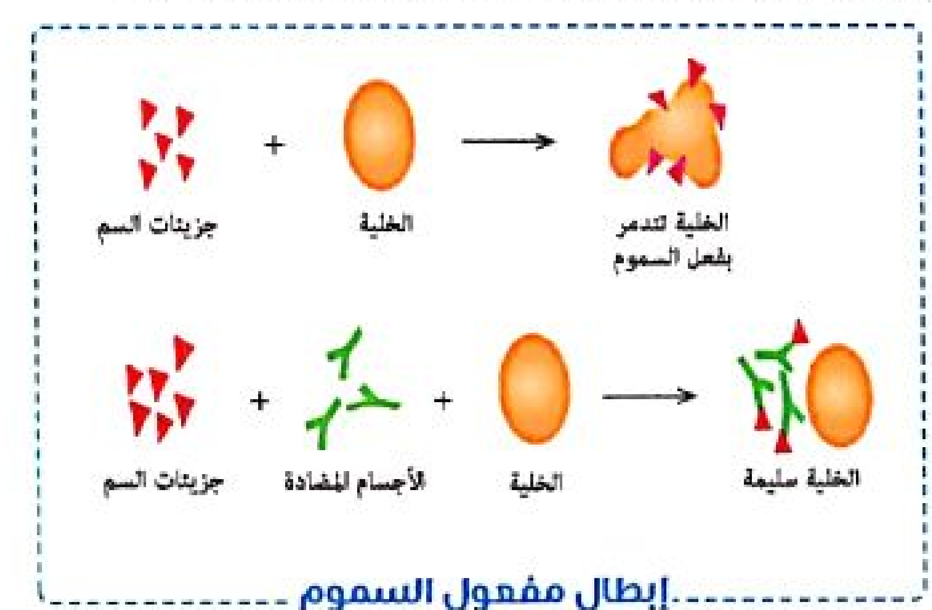
٣ التحلل Lysis

- يعمل اتحاد الأجسام المضادة مع الأنتيجينات على تنشيط بروتينات وإنزيمات خاصة تسمى «المتممات Complements».
- تقوم المتممات بتحليل أغلفة الأنتيجينات وإذابة محتوياتها فيسهل التخلص منها بواسطة الخلايا البلعمية.



٥ إبطال مفعول السموم Antitoxin

- تقوم الأجسام المضادة بالارتباط بالسموم مكونة مركبات من الأجسام المضادة والسموم.
- تقوم المركبات (المتكونة من ارتباط الأجسام المضادة بالسموم) بتنشيط المتممات فتتفاعل مع السموم تفاعلا متسلسلا يؤدي إلى إبطال مفعولها كما يساعد على التهامها من قبل الخلايا البلعمية.



إبطال مفعول السموم

مقارنة

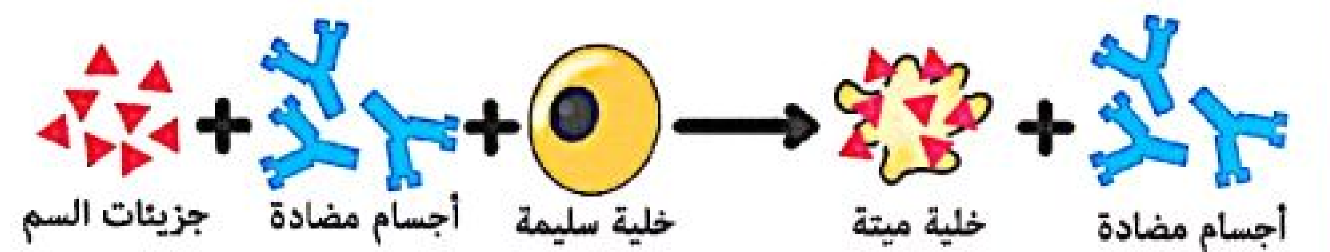
- التخلص من السموم في النبات والإنسان:

التخلص من السموم في النبات	التخلص من السموم في الإنسان
- يفرز النبات بروتينات مضادة للكائنات الدقيقة تتفاعل مع السموم التي تفرزها الكائنات الممرضة وتحولها إلي مركبات غير سامة للنبات مثل إنزيمات نزع السمية.	- تنقسم الخلايا البائية B المنشطة وتتضاعف لتتمايز إلي خلايا بائية بلازمية تنتج الأجسام المضادة ترتبط بالسموم مكونة مركبات من الأجسام المضادة والسموم تقوم بتنشيط المتممات فتتفاعل مع السموم تفاعلاً متسلسلاً يؤدي إلي إبطال مفعولها ويساعد على التهامها من قبل الخلايا البلعمية.

أداء ذاتي

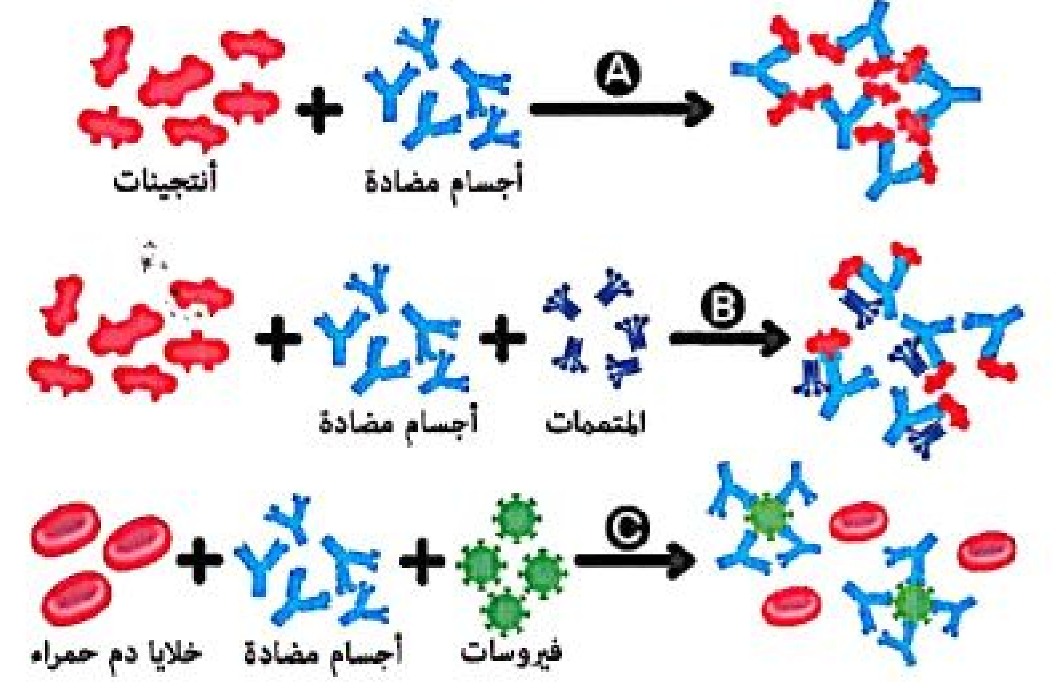
١٣ أي الأجزاء التالية تمكن الجسم المضاد IgG من الارتباط بالخلايا البلعمية الكبيرة في طريقة الترسيب ؟ ....
(أ) موقع الارتباط بالمتممات
(ب) الموقع المتغير من السلاسل البروتينية
(ج) المنطقة المنفصلية
(د) الجزء الثابت من السلاسل البروتينية

١٤ الشكل التالي يعبر عن تأثير الأجسام المضادة على جزيئات السموم التي تفرزها البكتيريا العنقودية الذهبية المكورة staphylococcus aureus.



افحص الشكل جيدا ثم أجب:
أي البدائل التالية تفسر موت الخلية على الرغم من وجود الأجسام المضادة ؟ ....
(أ) عدد جزيئات السموم أكبر من عدد الأجسام المضادة
(ب) الأجسام المضادة مخصصة للارتباط بالكائنات الممرضة فقط
(ج) موقع الارتباط بالأنتيجين غير متكامل مع جزيئات السموم
(د) عدم وجود الإنترفيرونات المسئولة عن تحييد جزيئات السموم

١٥ الشكل التالي يعبر عن آلية ارتباط الأجسام المضادة بالأنتيجينات.



افحص الشكل جيدا ثم أجب:
أي البدائل التالية تمثل آليات عمل الأجسام المضادة المشار إليها بالرموز A , B , C ؟ ....

	A	B	C
(أ)	التحلل	التلازن	الترسيب
(ب)	التلازن	التحلل	التعادل
(ج)	التعادل	التحلل	التلازن
(د)	التلازن	الترسيب	التعادل

١٦ أي البدائل التالية تمثل نوع وطريقة عمل الأجسام المضادة التي تمنع فيروس كورونا من الارتباط بالغشاء المخاطي المبطن للجهاز التنفسي ؟ ....

	نوع الجسم المضاد	طريقة عمل الجسم المضاد
أ	IgM	التعادل
ب	IgA	الإلصاق
ج	IgE	التحلل
د	IgA	التعادل

معلومات إضافية

• **فصائل الدم**

يمكن تقسيم فصائل الدم إلى ٤ فصائل أساسية اعتمادًا على وجود أنتيجينات (مولدات الضد) خاصة بكل فصيلة بالإضافة إلى وجود أجسام مضادة مخصصة (من النوع IgM) تتفاعل مع هذه الأنتيجينات كما يظهر في الجدول التالي:

	الفصيلة A	الفصيلة B	الفصيلة AB	الفصيلة O
شكل كريات الدم الحمراء	A	B	AB	O
الأنتيجينات	أنتيجين A	أنتيجين B	أنتيجين A وB	لا يوجد
الأجسام المضادة	anti-b	anti-a	لا تحتوي على أجسام مضادة	anti-a , anti-b
الفصيلة التي تعطي لها	A , AB	B , AB	AB	تعطي جميع الفصائل (معطٍ عام)
الفصيلة التي تستقبل منها	A , O	B , O	تستقبل من جميع الفصائل (مستقبل عام)	O

• عند نقل كمية كبيرة من الدم بين فصائل الدم المختلفة ترتبط الأجسام المضادة الموجودة في دم المستقبل بالأنتيجينات المخصصة لها والموجودة على سطح كريات الدم الحمراء في دم المتبرع مما يحفز عملية البلعمة (طريقة التلازن) وينتج عنها تكسير كريات الدم الحمراء وقد تؤدي للوفاة.

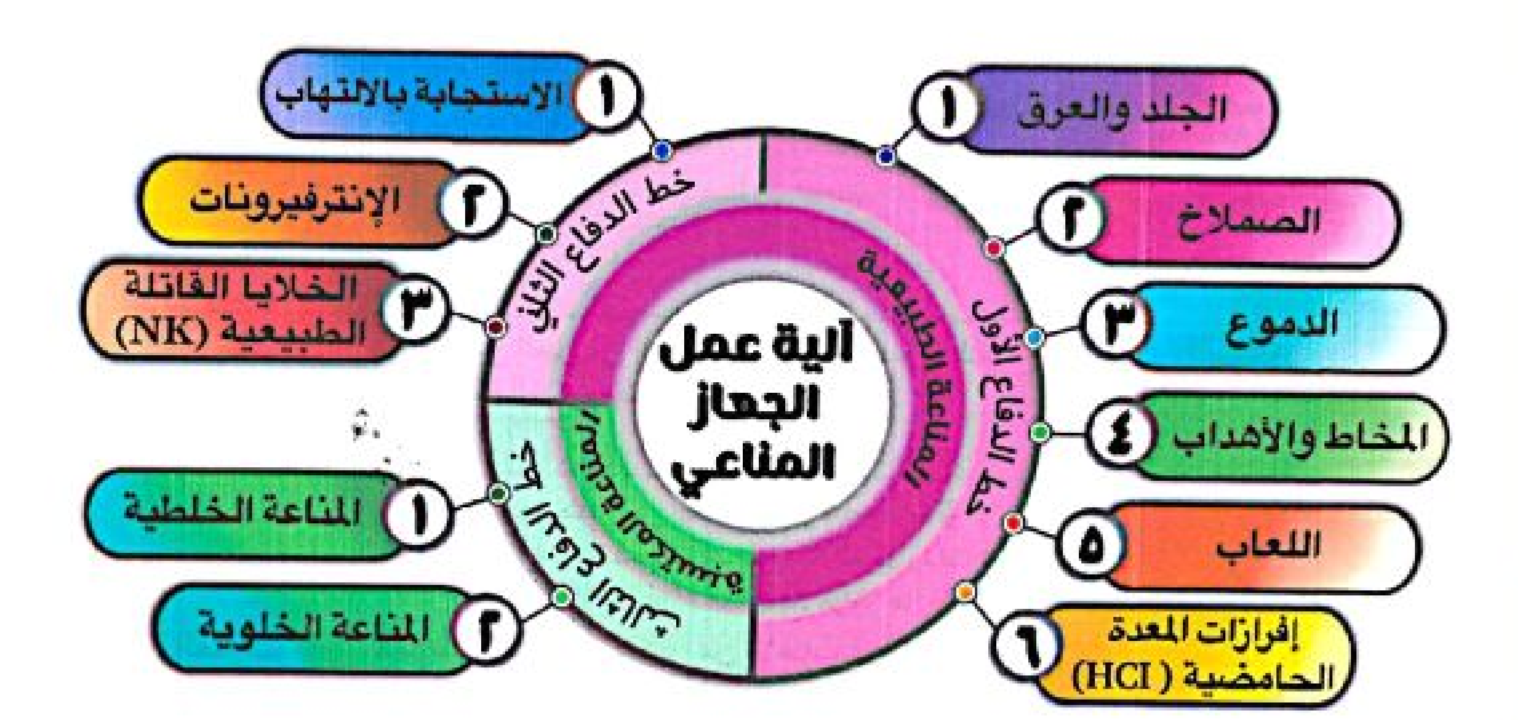
الفصل 4 آلية عمل الجهاز المناعي في الإنسان الدرس 3

يعمل الجهاز المناعي في الإنسان وفق نظامين مناعيين، هما:

١ **المناعة الفطرية أو الموروثة** (الطبيعية=غير التخصصية=غير التكيفية=غير النوعية).

٢ **المناعة المكتسبة أو التكيفية** (التخصصية=النوعية).

يعمل النظامان المناعيان للجهاز المناعي بتعاون وتنسيق رغم اختلافهما عن بعضهما ... **علل ؟**
لأن المناعة الفطرية أساسية لأداء عمل المناعة المكتسبة بنجاح والعكس صحيح، فكل نظام مناعي يعمل وفق آليات مختلفة تقوم بتنشيط رد الفعل المناعي للنظام المناعي الآخر مما يمكن الجسم من التعامل مع الكائنات المسببة للأمراض بنجاح.



أولاً المناعة الطبيعية (غير المتخصصة أو الفطرية) Natural (non-specific or innate) immunity

مجموعة الوسائل الدفاعية التي تحمي الجسم، وتتميز باستجابة سريعة وفعالة لمقاومة ومحاربة وتفتيت أي ميكروب أو أي جسم غريب يحاول دخول الجسم، وهي غير متخصصة ضد نوع معين من الميكروبات أو الأنتيجينات.

تمر عملية المناعة الطبيعية بخطين دفاعيين متتاليين، هما:

أ خط الدفاع الأول First line of defense

مجموعة من الحواجز الطبيعية مثل (الجلد، المخاط، الدموع، العرق، حمض الهيدروكلوريك بالمعدة)، ووظيفتها الأساسية هي منع الكائنات الممرضة من دخول الجسم.

مكونات خط الدفاع الأول:

1 الجلد	♦ يتميز بطبقة قرنية صلبة من الكيراتين على سطحه تشكل عائقًا منيعًا لا يسهل اختراقه أو النفاذ منه. ♦ يحتوي على مجموعة من الغدد العرقية تفرز العرق على سطحه والذي يعتبر مميتًا لمعظم الميكروبات بسبب ملوحته ويتميز العرق بنقص قيمة الأس الهيدروجيني ($pH<5$) مما يجعله بيئة غير ملائمة لنمو معظم الكائنات الممرضة.
2 الصملاخ (شمع الأذن)	مادة تفرزها الأذن تعمل على قتل الميكروبات التي تدخل الأذن مما يعمل على حمايتها.
3 الدموع	سائل يحمي العين من الميكروبات وذلك لاحتواء الدموع على مواد محللة للميكروبات.
4 الممرات التنفسية	♦ تتميز بوجود طبقة من المخاط عبارة عن سائل لزج يبطن جدار الممرات التنفسية وتلتصق به الميكروبات والأجسام الغريبة الداخلة مع الهواء مما يمنع مرورها ♦ مبطنة من الداخل بالكثير من الأهداب المتحركة المسئولة عن طرد المخاط وما يحمله من ميكروبات وأجسام غريبة إلى خارج الجسم. ♦ مبطنة بغشاء مخاطي يحتوي على انزيمات محللة وأجسام مضادة من النوع IgA التي تمنع اختراق الميكروبات لها.
5 اللعاب	سائل يحتوي على: ♦ بعض المواد القاتلة للميكروبات. ♦ بعض الإنزيمات المذيبة لها.
6 إفراز المعدة الحامضية	تقوم خلايا بطانة المعدة بإنتاج وإفراز حمض الهيدروكلوريك (HCl) الذي يسبب موت البكتيريا الداخلة مع الطعام.

طبقة قرنية
غدة عرقية
شمع الأذن
الجسم المطرود
أهداب

استنتاجات

• يمكن تقسيم وسائل خط الدفاع الأول إلى:

• **حواجز ميكانيكية (فيزيائية):** وهي التراكيب التي تمنع الميكروبات من دخول الجسم واختراقه بشكل مباشر، وتشمل:
- طبقة الخلايا القرنية الصلبة التي تشكل عائقًا منيعا أمام مسببات الأمراض وتحول دون دخولها الجسم والتي تغطي معظم أجزاء الجسم ماعدا أماكن فتحات أجهزة الجسم مثل الجهاز التنفسي والجهاز الهضمي والجهاز البولي والتناسلي.
- حركة الأهداب في الممرات التنفسية والتي تدفع المخاط بما يلتصق به من ميكروبات لخارج الجسم.
- قوة دفع السوائل والإفرازات المختلفة كالمخاط والدموع والبول والتي تطرد الميكروبات للخارج.

• **حواجز كيميائية:** وهي المواد الكيميائية والإنزيمات المذيبة التي تفرز في كثير من سوائل الجسم لقتل الميكروبات والقضاء عليها لمنعها من دخول الجسم وتشمل:
- المواد المحللة للميكروبات التي تفرز مع الدموع لحماية العين من الإصابة بالميكروبات.
- العرق الذي تفرزه الغدد العرقية على سطح الجلد والذي يعتبر مميتًا لمعظم الميكروبات بسبب ملوحته.
- الإنزيمات المذيبة للميكروبات الموجودة في اللعاب والمسئولة عن قتل الميكروبات التي تدخل الفم.
- حمض الهيدروكلوريك HCl الذي تفرزه خلايا بطانة المعدة لقتل الميكروبات التي تدخل مع الطعام.
- الصملاخ الموجود في الأذن لقتل الميكروبات ومنعها من الاختراق.

أضف إلى معلوماتك

البكتيريا النافعة غير الضارة normal bacterial flora

• التعريف: نوع من البكتيريا التي تقطن أجزاء عديدة من جسم الإنسان دون أن تسبب له أمراضًا في الظروف الطبيعية مثل الجهاز الهضمي والجهاز التنفسي والفم وغيرها وتعتبر أحد وسائل خط الدفاع الأول في مقاومة الكائنات الممرضة.

• أهميتها: تلعب دورا هاما في العديد من العمليات الحيوية بالجسم، مثل:
- أيض المواد الغذائية وبعض إفرازات الجسم.
- تصنيع بعض الفيتامينات الهامة للجسم مثل فيتامين ك الذي يساعد في تجلط الدم.
- حماية الجسم من الإصابة بالعديد من الكائنات الممرضة عن طريق إفراز بعض الأحماض والمواد الكيميائية القاتلة للبكتيريا الضارة.

• قد يؤدي تناول المضادات الحيوية لفترات طويلة عن طريق الفم إلى موت هذه البكتيريا النافعة مما يزيد من فرصة إصابة الجسم بالكائنات الممرضة الأخرى.

أداء ذاتي

1 أي الهرمونات التالية يحفز تكوين حاجز كيميائي من وسائل خط الدفاع الأول بالجسم ؟ ....
(أ) الجاسترين (ب) الثيروكسين (ج) التيموسين (د) البرولاكتين

2 متلازمة الأهداب غير المتحركة "Immotile cilia syndrome" مرض جيني ينتج عن خلل في تركيب البروتينات الحركية المسئولة عن حركة الأهداب في أجزاء الجسم المختلفة. أي البدائل التالية تمثل أحد أعراض هذا المرض ؟ ....
(أ) زيادة معدل الإصابة بأمراض الجهاز التنفسي (ب) عدم القدرة على امتصاص الطعام المهضوم
(ج) إصابة بعض السيدات بالعقم وعدم القدرة على الإنجاب (د) الأولى والثالثة

ب خط الدفاع الثاني Second line of defense

نظام دفاعي داخلي يستخدم فيه الجسم طرقًا وعمليات غير متخصصة متلاحقة تحيط بالميكروبات لمنع انتشارها، وتبدأ هذه العمليات بحدوث التهاب شديد.

- يعمل هذا النظام إذا ما نجحت الكائنات الممرضة في تخطي وسائل خط الدفاع الأول وقامت بغزو أنسجة الجسم من خلال جرح قطعي بالجلد على سبيل المثال.

مكونات خط الدفاع الثاني:

① الاستجابة بالالتهاب Inflammatory response

تفاعل دفاعي غير تخصصي (غير نوعي) حول مكان الإصابة نتيجة لتلف الأنسجة الذي تسببه الإصابة أو العدوى.

عند غزو الميكروبات أو الأجسام الغريبة لأنسجة الجسم

↓

يحدث الالتهاب حيث تحدث بعض التغيرات في مكان الإصابة

↓

خلايا خاصة Special cells مثل (الخلايا الصارية Mast cells - خلايا الدم البيضاء القاعدية)

↓ تفرز

كميات من مواد كيميائية مولدة للالتهاب، من أهمها «مادة الهيستامين Histamine»

↓ تعمل على

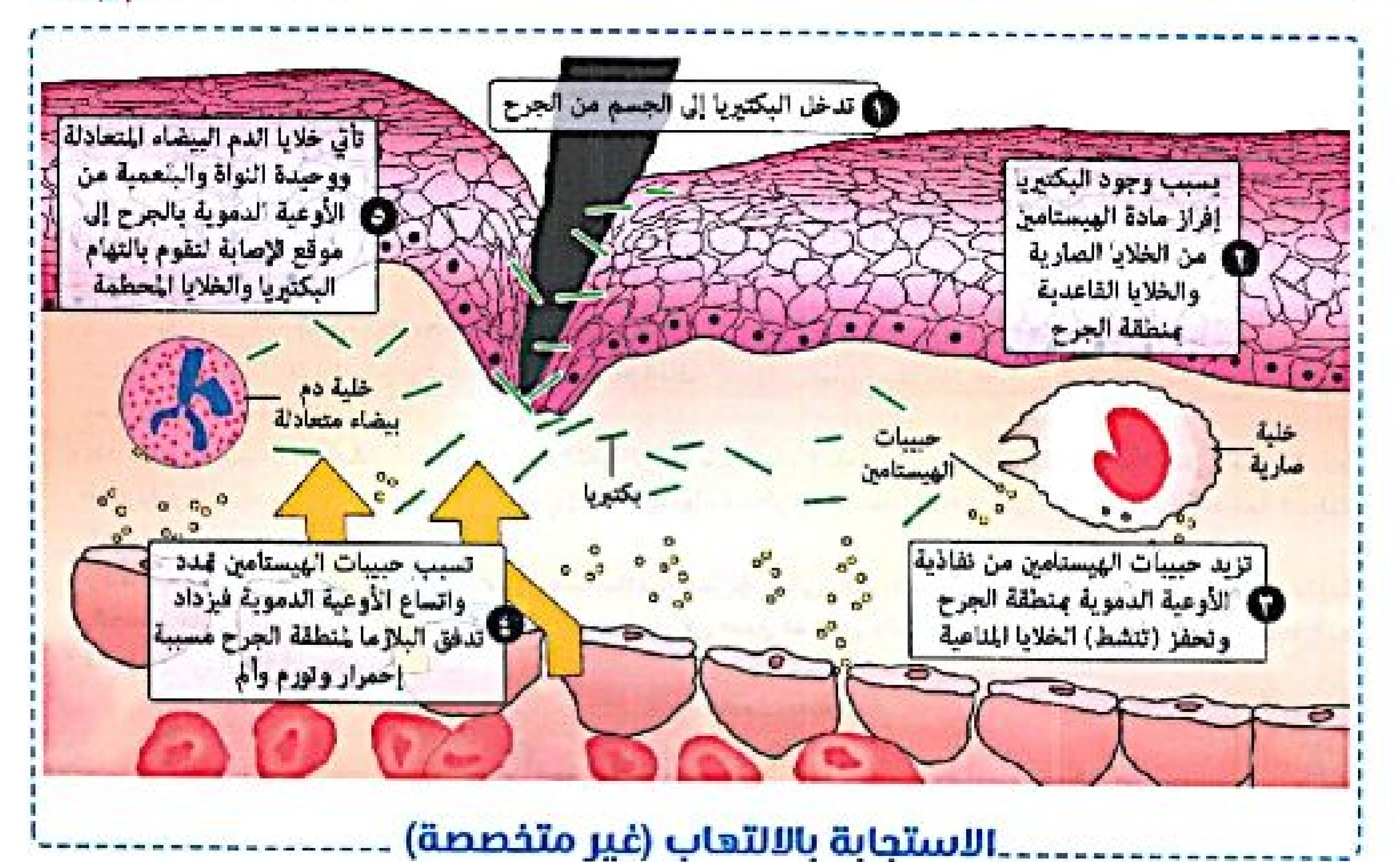
- تمدد الأوعية الدموية عند موقع الإصابة إلى أقصى مدى.
- زيادة نفاذية الأوعية الدموية الصغيرة والشعيرات الدموية للسوائل من الدورة الدموية.

وذلك يؤدي إلى:

- تورم الأنسجة في مكان الالتهاب.
- السماح بنفاذ المواد الكيميائية المذيبة القاتلة للبكتيريا بالتوجه إلى موقع الإصابة.
- إتاحة الفرصة لخلايا الدم البيضاء المتعادلة ووحيدة النواة وكذلك الخلايا البلعمية الكبيرة لمحاربة وقتل الأجسام الغريبة والميكروبات.

② الإنترفيرونات Interferons
③ الخلايا القاتلة الطبيعية NK

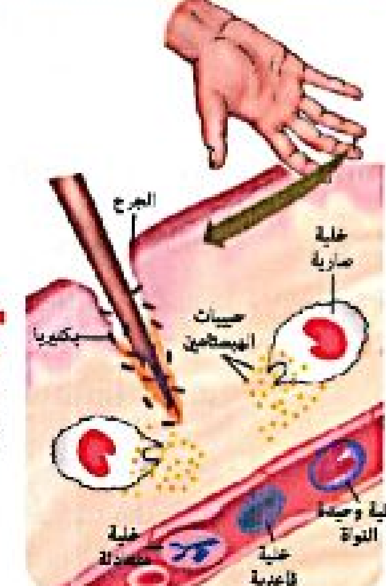
يتواجدان في معظم الأنسجة.



الاستجابة بالالتهاب (غير متخصصة)

ملحوظة

- تتسبب الاستجابة بالالتهاب في وجود علامات يمكن من خلالها الاستدلال على وجود التهاب في منطقة ما وتتمثل في:
  - احمرار المنطقة المحيطة.
  - تورم وانتفاخ المنطقة المحيطة.
  - ارتفاع درجة الحرارة.
  - خلل في وظيفة العضو أو الجزء الملتهب.
  - وجود ألم.



تفرز الخلايا الصارية وخلايا الدم البيضاء القاعدية
حبيبات الهيستامين

حبيبات الهيستامين تعمل على:
- تمدد الأوعية الدموية.
- زيادة نفاذية جدران الأوعية الدموية.

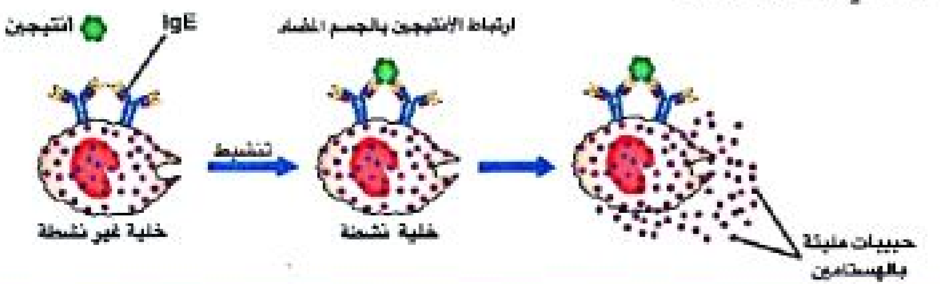
مما يتيح الفرصة لخلايا الدم البيضاء المتعادلة ووحيدة النواة والخلايا البلعمية الكبيرة لمحاربة وقتل الأجسام الغريبة والميكروبات.



أضف إلى معلوماتك

الحساسية allergy

- **التعريف:** استجابة مناعية غير طبيعية ضد مواد غير ضارة، مثل (حبوب اللقاح أو بعض أنواع الطعام كالفراولة واللبن والسمك وغيرها) يتعرف عليها الجهاز المناعي كأنتيجينات وينشط ضدها وسائل المناعة المتخصصة.
- **آلية حدوثها:**
  - عند دخول مسببات الحساسية allergens للجسم للمرة الأولي تتعرف عليها الخلايا التائية المساعدة مما يؤدي إلى تنشيط الخلايا الليمفاوية البائية لإنتاج نوع خاص من الأجسام المضادة IgE يرتبط بمستقبلات خاصة به على سطح الخلايا الصارية وخلايا الدم البيضاء القاعدية.
  - عند دخول مسببات الحساسية للجسم للمرة الثانية ترتبط بالأجسام المضادة المخصصة لها والموجودة على سطح الخلايا الصارية وخلايا الدم البيضاء القاعدية مما يؤدي إلى تنشيطها وانفجار هذه الخلايا لتتحرر منها بعض المواد الكيميائية المولدة للحساسية مثل الهيستامين.
  - تزداد نفاذية الأوعية الدموية للبلازما بفعل الهيستامين مما يؤدي إلى تورم وانتفاخ واحمرار تحت الجلد في أماكن عديدة بالجسم خاصة الوجه والذراعين كما يتسبب الهيستامين في ضيق التنفس والشعور بالحكة وهبوط مفاجئ في ضغط الدم قد يؤدي إلى الوفاة في بعض الحالات.



أداء ذاتي

٣ أي البدائل التالية تعبر عن الترتيب الزمني الصحيح للأحداث بعد تعرضك لشكة دبوس ملوث ؟ ....
- (أ) اتساع الأوعية الدموية - إفراز الخلايا الصارية للهيستامين - تدمير البكتيريا بالمكملات
- (ب) إفراز الخلايا الصارية للهيستامين - تدمير البكتيريا بالمكملات - اتساع الأوعية الدموية
- (جـ) إفراز الخلايا الصارية للهيستامين - اتساع الأوعية الدموية - تدمير البكتيريا بالمكملات
- (د) تدمير البكتيريا بالمكملات - اتساع الأوعية الدموية - إفراز الخلايا الصارية للهيستامين

ثانيًا المناعة المكتسبة (المتخصصة أو التكيفية) Acquired (specific or adaptive) immunity

- إذا أخفق خط الدفاع الثاني في التخلص من الجسم الغريب فإن الجسم هنا يلجأ إلى خط دفاع ثالث.
- يتمثل خط الدفاع الثالث في **الخلايا الليمفاوية** التي تستجيب بسلسلة من الوسائل الدفاعية التخصصية (النوعية) لمقاومة الكائن المسبب للمرض..

، وتسمى هذه الوسائل الدفاعية مجتمعة بـ«**الاستجابة المناعية The immune response**».

الاستجابة المناعية

سلسلة الوسائل الدفاعية التخصصية النوعية التي تقوم فيها الخلايا الليمفاوية بمقاومة الكائن المسبب للمرض.

آليات المناعة المكتسبة

تتم المناعة خلال آليتين منفصلتين شكليًا لكنهما متداخلتان مع بعضهما البعض، وهما:

1. **المناعة الخلطية أو المناعة بالأجسام المضادة.**
2. **المناعة الخلوية أو المناعة بالخلايا الوسيطة.**

أ المناعة الخلطية أو المناعة بالأجسام المضادة Humoral or antibody-mediated immunity

الاستجابة المناعية التي تقوم خلالها الخلايا الليمفاوية البائية B بالدفاع عن الجسم ضد أنتيجينات الكائنات الممرضة (كالبكتيريا والفيروسات) والسموم الموجودة في سوائل الجسم (بلازما الدم والليمف) بواسطة الأجسام المضادة.

خطوات المناعة الخلطية:

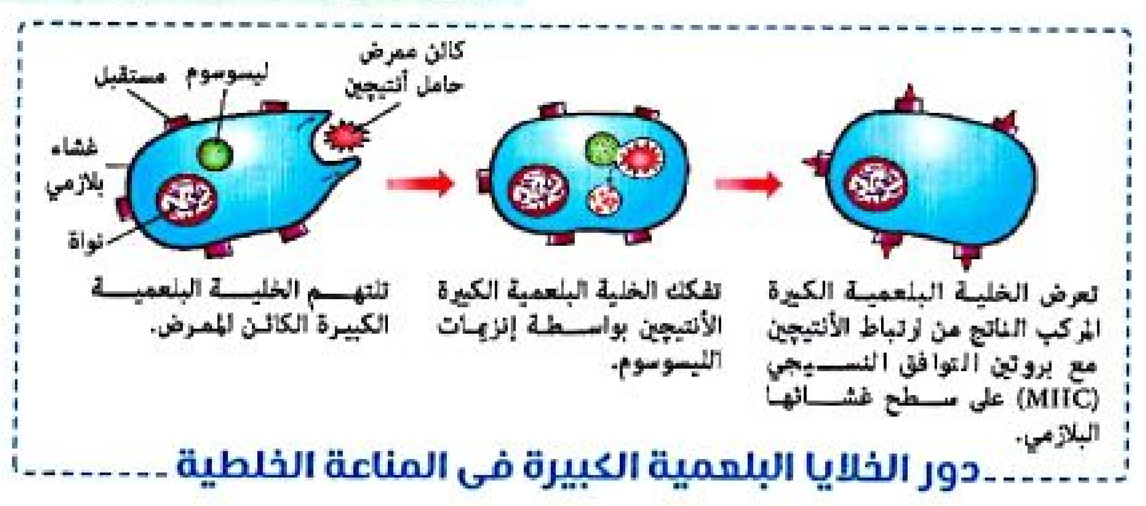
عند دخول كائن ممرض حاملا على سطحه أنتيجين (مستضدا) مميزا إلى الجسم

١ دور الخلايا الليمفاوية البائية B

- تتعرف الخلية الليمفاوية البائية على الأنتيجين المختصة به ثم تلتصق به بواسطة المستقبلات المناعية الموجودة على سطحها.
- ↓ يرتبط الأنتيجين مع بروتين في الخلايا الليمفاوية البائية B يطلق عليه «بروتين التوافق النسيجي (MHC)».
- ↓ ينتقل المركب الناتج من ارتباط الأنتيجين مع بروتين التوافق النسيجي إلى سطح الخلايا الليمفاوية البائية.

٢ دور الخلايا البلعمية الكبيرة

- تقوم الخلايا البلعمية الكبيرة بابتلاع الأنتيجين وتفكيكه إلى أجزاء صغيرة بواسطة إنزيمات الليسوسوم.
- ↓ ترتبط هذه الأجزاء الصغيرة داخل الخلايا البلعمية الكبيرة ببروتين التوافق النسيجي MHC.
- ↓ ينتقل المركب الناتج من ارتباط الأنتيجين مع بروتين التوافق النسيجي MHC إلى سطح الغشاء البلازمي للخلايا البلعمية الكبيرة (أي يتم عرضه على سطحها الخارجي).



دور الخلايا البلعمية الكبيرة فى المناعة الخلطية

٣ تنشيط الخلايا التائية المساعدة T_H

تتعرف الخلايا التائية المساعدة T_H على الأنتيجين من خلال بروتين التوافق النسيجي MHC المرتبطة معه على سطح الخلية البلعمية الكبيرة.

↓

ترتبط الخلايا التائية المساعدة T_H عن طريق مستقبلها CD4 الموجود على سطحها بالمركب الناتج عن ارتباط الأنتيجين وبروتين التوافق النسيجي MHC لتتحول إلى خلايا تائية مساعدة نشطة.

↓

تطلق الخلايا التائية المساعدة T_H النشطة موادًا بروتينية تسمى الإنترليوكينات تقوم بتنشيط الخلايا البائية التي تحمل على سطحها الأنتيجينات المرتبطة مع بروتين التوافق النسيجي MHC.

٤ إنتاج الأجسام المضادة

تبدأ الخلايا البائية المنشطة B عملها بالانقسام والتضاعف، لتتمايز في النهاية إلى نوعين من الخلايا:

خلايا بائية بلازمية Plasma B cells	خلايا ليمفاوية بائية ذاكرة Memory B cells
تنتج كميات كبيرة من الأجسام المضادة التي تدور عبر الأوعية الليمفاوية ومجرى الدم لمحاربة العدوى.	تبقى في الدم لمدة طويلة من (٢٠ : ٣٠ سنة).. لتتعرف على نفس الأنتيجين إذا دخل الجسم مرة ثانية، حيث تنقسم وتتمايز إلى خلايا بلازمية تفرز أجسامًا مضادة له وبالتالي تكون الاستجابة سريعة.

٥ تدمير الكائنات الممرضة

تصل الأجسام المضادة التي أنتجتها الخلايا البلازمية إلى الدورة الدموية عن طريق الليمف لترتبط بالأنتيجينات الموجودة على سطح الكائن الممرض مما يثير الخلايا البلعمية الكبيرة فتقوم بالتهام هذه الأنتيجينات من جديد وتستمر هذه العملية لعدة أيام أو أسابيع.

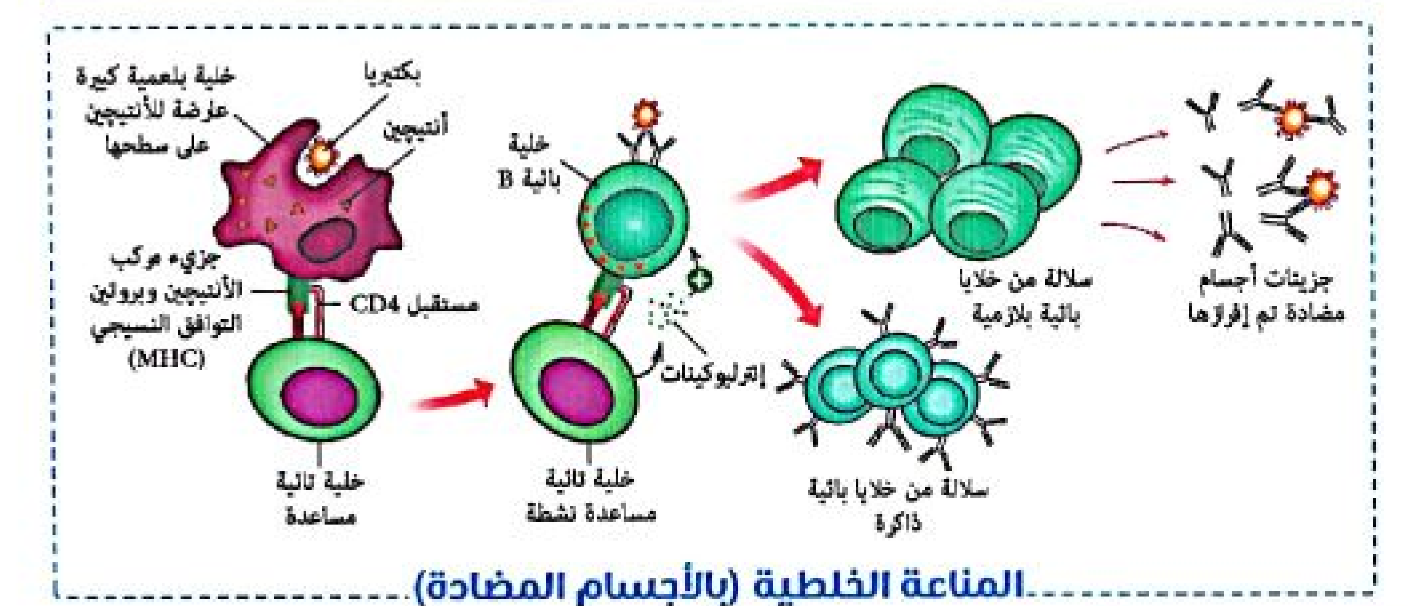
ملحوظات

- الخلايا الليمفاوية البائية B عالية التخصص؛ لأن كل منها يستجيب لأنتجين معين واحد فقط.
- تلتصق الخلايا البائية B بالأنتجين الخاص بها عن طريق المستقبلات المناعية.
- لا تستطيع الخلايا التائية المساعدة TH التعرف على الأنتيجين إلا بعد معالجته بواسطة الخلايا البلعمية الكبيرة وعرضه على غشائها البلازمي مرتبطًا مع جزيئات بروتين التوافق النسيجي MHC.

ملحوظة

- الأجسام المضادة التي تكونها الخلايا البلازمية غير فعالة بما فيه الكفاية لتدمير بعض الخلايا الغريبة مثل الخلايا المصابة بالفيروس ... فسر؟

لأنها لا تستطيع المرور عبر أغشية الخلايا بسبب جزيئاتها الكبيرة وبالتالي لا تستطيع الوصول إلى الفيروس الذي يتكاثر داخل الخلية وفي هذه الحالة تتم مقاومة هذه الخلايا الغريبة بواسطة الخلايا الليمفاوية التائية.



المناعة الخلطية (بالأجسام المضادة)

أضف إلى معلوماتك

الأنتيجين Antigen

- التعريف: مادة كيميائية غريبة عن الجسم توجد على سطح الكائن الممرض لها القدرة على تحفيز وسائل المناعة المتخصصة عند دخولها إلى الجسم فتحدث الاستجابة المناعية ضده.
- شروط وخصائص الأنتيجينات:
  - أن تكون غريبة في التركيب الكيميائي عن أجزاء الجسم المختلفة حتى يتعرف عليها الجهاز المناعي فور دخولها إلى الجسم.
  - أن يكون وزنها الجزيئي كبيرًا.
  - أن يكون تركيبها الكيميائي معقدًا لذا يكون أغلبها من البروتينات معقدة التركيب.

وهذا يفسر عدم حدوث استجابة مناعية ضد الطعام الذي نأكله عند معظم الناس حيث يتم تحليل وهضم جزيئات الطعام كبيرة الحجم إلى وحدات بنائية أصغر مشابهة لتلك التي تدخل في تركيب أجزاء الجسم المختلفة مثل الأحماض الأمينية.

ب المناعة الخلوية أو المناعة بالخلايا الوسيطة Cellular or cell-mediated immunity

المناعة الخلوية	الاستجابة النوعية للأنتيجينات
الاستجابة المناعية التي تقوم بها الخلايا الليمفاوية التائية T بواسطة المستقبلات الموجودة على أغشيتها التي تكسبها الاستجابة النوعية للأنتيجينات.	إنتاج كل خلية تائية T أثناء عملية النضج نوعًا من المستقبلات Receptors الخاصة بغشائها. وبذلك يمكن لكل نوع من المستقبلات الارتباط بنوع واحد من الأنتيجينات.



خطوات المناعة الخلوية:

عند دخول الكائن الممرض (البكتريا أو الفيروسات) إلى الجسم

١ دور الخلايا البلعمية الكبيرة

تقوم الخلايا البلعمية الكبيرة بابتلاع الكائن الممرض ثم تفكيك أنتيجينه إلى أجزاء صغيرة.

↓

ترتبط هذه الأجزاء الصغيرة داخل الخلايا البلعمية الكبيرة ببروتين التوافق النسيجي MHC.

↓

ينتقل المركب الناتج من ارتباط الأنتيجين مع بروتين التوافق النسيجي MHC إلى سطح الغشاء البلازمي للخلايا البلعمية الكبيرة (أي يتم عرضه على سطحها الخارجي).

↓

٢ تنشيط الخلايا التائية المساعدة

تتعرف الخلايا التائية المساعدة T_H على الأنتيجين من خلال بروتين التوافق النسيجي MHC المرتبطة معه على سطح الخلية البلعمية الكبيرة.

↓

ترتبط الخلايا التائية المساعدة T_H عن طريق مستقبلها CD4 الموجود على سطحها بالمركب الناتج من ارتباط الأنتيجين مع بروتين التوافق النسيجي MHC لتتحول إلى خلايا تائية مساعدة منشطة.

↓

تقوم الخلايا التائية المساعدة T_H المنشطة بـ:

إطلاق — إفراز

١ بروتينات الإنترليوكينات

تقوم بتنشيط (تحفيز) الخلايا التائية المساعدة التي ارتبطت بها كي تنقسم لتكون سلالة من:

- خلايا T_H منشطة
- خلايا T_H ذاكرة: تبقى في الدم لمدة طويلة لتتعرف على نفس نوع الأنتيجين إذا دخل الجسم مرة ثانية.

٢ عدة أنواع من بروتينات السيتوكينات

تعمل على:

- جذب: الخلايا البلعمية الكبيرة إلى مكان الإصابة بأعداد غفيرة.
- تنشيط:
  - الخلايا البلعمية الكبيرة
  - الخلايا الليمفاوية البائية B
  - الخلايا التائية السامة T_C ، وبالتالي تنشيط آليتي المناعة الخلطية والخلوية
  - الخلايا القاتلة الطبيعية NK



المناعة الخلوية (بالخلايا الوسيطة)

٣ دور الخلايا التائية السامة

تتعرف الخلايا التائية السامة (القاتلة) Tc بواسطة المستقبل CD8 الموجود على سطحها على الأجسام الغريبة كالأنسجة المزروعة في الجسم أو أنتيجينات الميكروبات التي تدخل الجسم أو الخلايا السرطانية وترتبط بها ثم تقضي عليها عن طريق إفراز:

- **بروتين البيرفورين Perforin**: يسمى البروتين صانع الثقوب Performing protein حيث يعمل على تثقيب غشاء الأجسام الغريبة.
- **سموم ليمفاوية**: تنشط جينات معينة في نواة الخلايا المصابة مما يؤدي إلى تفتيت نواة الخلية وموتها.

دور الخلايا التائية السامة في المناعة الخلوية

تثبيط الاستجابة المناعية:

بعد القضاء على أنتيجينات الكائنات الممرضة

ترتبط الخلايا المثبطة Ts بواسطة المستقبل CD8 الموجود على سطحها مع:
- الخلايا البائية البلازمية B
- الخلايا التائية المساعدة T_H
- الخلايا التائية السامة Tc

تتحفز الخلايا التائية الكابحة لإفراز بروتينات **الليمفوكينات Lymphokins** التي تثبط (تكبح) الاستجابة المناعية..

مما يؤدي إلى:

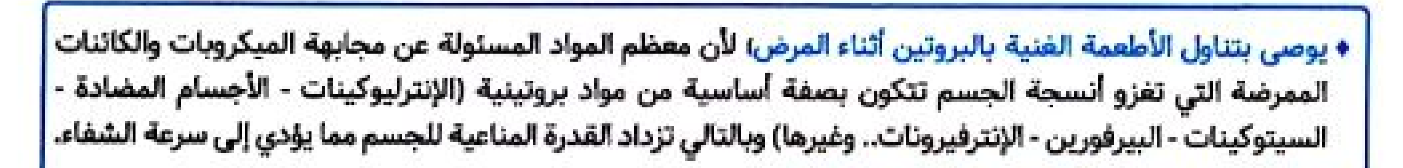
- توقف الخلايا البائية البلازمية عن إنتاج الأجسام المضادة.
- موت الكثير من الخلايا التائية المساعدة المنشطة والسامة.

بعد تثبيط الاستجابة المناعية

تختزن بعض الخلايا الليمفاوية (البائية البلازمية والتائية المساعدة T_H والتائية السامة Tc) لتكون مهيأة لمكافحة أي عدوى أخرى عند الحاجة.

ملحوظات

- **خلية تنشط آليتي المناعة الخلطية والخلوية:** الخلية التائية المساعدة T_H.
- **المناعة الخلوية أكثر فعالية من المناعة الخلطية؛** لأن المناعة الخلوية تهاجم خلايا الأنسجة المصابة بالفيروسات بينما لا تستطيع المناعة الخلطية مهاجمتها.
- **عند إصابة الإنسان بالسرطان أو بفيروس C:**
  - يزداد عدد الخلايا التائية السامة (القاتلة) Tc لتهاجم الخلايا المصابة بالسرطان أو بفيروس C وذلك عن طريق إفراز بروتين البيرفورين الذي يعمل على تثقيب غشاء الخلايا المصابة وإفراز سموم ليمفاوية تنشط جينات معينة في نواة الخلايا المصابة مما يؤدي إلى تفتيت الخلية وموتها.
  - يزداد عدد الخلايا القاتلة الطبيعية NK لمهاجمة الخلايا المصابة بالسرطان أو بفيروس C والقضاء عليها بواسطة الإنزيمات التي تفرزها.
  - تقوم الخلايا المصابة بفيروس C بإنتاج الإنترفيرونات لمنع الفيروس من التكاثر والانتشار في الجسم حيث إنها ترتبط بالخلايا الحية المجاورة للخلايا المصابة وتحثها على إنتاج نوع من الإنزيمات يعمل على تثبيط عمل إنزيمات نسخ الحمض النووي للفيروس.



- **يوصى بتناول الأطعمة الغنية بالبروتين أثناء المرض؛** لأن معظم المواد المسئولة عن مجابهة الميكروبات والكائنات الممرضة التي تغزو أنسجة الجسم تتكون بصفة أساسية من مواد بروتينية (الإنترليوكينات - الأجسام المضادة - السيتوكينات - البيرفورين - الإنترفيرونات.. وغيرها) وبالتالي تزداد القدرة المناعية للجسم مما يؤدي إلى سرعة الشفاء.
- **مقارنة بين الأنتيجينات والمستقبلات المناعية:**

	الأنتيجينات	المستقبلات المناعية
مكان الوجود	توجد على سطح الأجسام الغريبة التي تغزو أنسجة الجسم مثل البكتيريا	توجد على سطح الخلايا الليمفاوية.
الوظيفة	تنبه الجهاز المناعي فتحدث الاستجابة حيث تتعرف الخلايا الليمفاوية من خلالها على الأجسام الغريبة وتلتصق بها ثم تجهز آليات الدفاع ضدها لحماية الجسم منها.	تتعرف من خلالها الخلايا الليمفاوية على الأجسام الغريبة وترتبط الأنتيجينات الموجودة على سطحها لتقوم كل منها باستجابتها المناعية لحماية الجسم.

- **يمكن علاج الالتهابات الشديدة بحقن المريض بخلاصة نخاع الغدة الكظرية؛** لأن خلاصة نخاع الغدة الكظرية (هرموني الأدرينالين والنورأدرينالين) يحفزان انقباض العضلات اللاإرادية الملساء الموجودة في جدران الأوعية الدموية فيقل توارد الدم للأنسجة الملتهبة وتقل نفاذية الشعيرات الدموية الصغيرة ويزداد ضغط الدم الناتج وبذلك يضاد عمل الهيستامين عند مكان الالتهاب.
- **المضاد الفسيولوجي للهيستامين هو** الأدرينالين.
- **الخلايا العارضة للأنتيجين هي:**
  - الخلية البائية B
  - الخلية البلعمية
  - الخلية ذات الغصون.

الخلية ذات الغصون

مقارنة بين المناعة الفطرية والمناعة المكتسبة:

	المناعة الفطرية في الإنسان	المناعة المكتسبة في الإنسان
خط الدفاع	الأول والثاني.	الثالث.
سرعة الاستجابة	سريعة نسبيًا.	بطيئة نسبيًا.
زمن التأثير	مناعة موروثة توجد قبل حدوث الإصابة.	تبدأ بعد تعرف الجهاز المناعي على أنتيجينات الجسم الغريب فور دخوله الجسم.
التخصص	غير متخصصة ضد ميكروب معين.	متخصصة ضد أنتيجينات كل ميكروب.
الذاكرة المناعية	لا توجد.	توجد.
الاستجابة النوعية ضد الأنتيجينات	لا توجد	توجد

أداء ذاتي

٤ أي الخلايا التالية تعمل كخلايا عارضة للأنتيجين عند دخوله إلى الجسم ؟ ....

(أ) الخلايا البلعمية الكبيرة
(ب) الخلايا التائية المساعدة
(ج) الخلايا الليمفاوية البائية
(د) الأولى والثالثة

٥ الشكل التالي يمثل جزءً استجابة الجسم ضد الأنتيجينات الذاتية الخاصة بإحدى أنواع البكتيريا.

افحص الشكل جيدًا ثم أجب:

(١) أي البدائل التالية تمثل المراحل المشار إليها بالأرقام (١) ، (٢) ، (٣) ؟ ....

	المرحلة (١)	المرحلة (٢)	المرحلة (٣)
(أ)	تنشيط	تمايز	تضاعف
(ب)	تنشيط	تضاعف	تمايز
(ج)	تمايز	تضاعف	تنشيط
(د)	تضاعف	تمايز	تنشيط

(٢) أي البدائل التالية تمثل الخلايا المشار إليها بالرموز (س) ، (ص) ، (ع) ؟ ....

	الخلايا (س)	الخلايا (ص)	الخلايا (ع)
(أ)	ذاكرة	بلازمية	بائية
(ب)	بائية	ذاكرة	بلازمية
(ج)	بائية	بلازمية	ذاكرة
(د)	بلازمية	بائية	ذاكرة

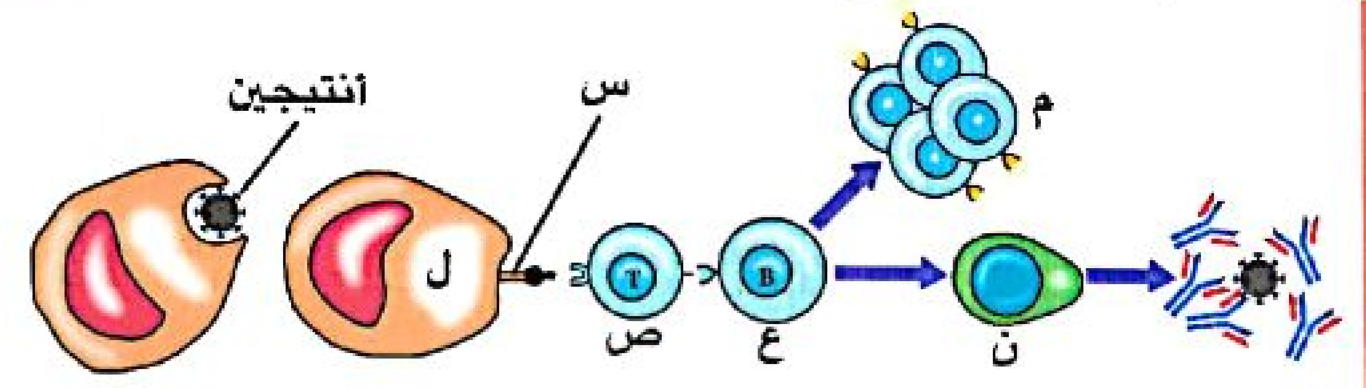
(٣) أي البدائل التالية تمثل آلية عمل الأجسام المضادة الموضحة بالشكل السابق ؟ ....

(أ) التعادل
(ب) التلازن
(ج) إبطال مفعول السموم
(د) الترسيب

٦ أي البدائل التالية تمثل الترتيب الزمني الصحيح لإفراز المواد الكيميائية أثناء الاستجابة المناعية

(أ) سيتوكينات - إنترليوكينات - بيرفورين - ليمفوكينات
(ب) إنترليوكينات - سيتوكينات - بيرفورين - ليمفوكينات
(ج) إنترليوكينات - ليمفوكينات - سيتوكينات - بيرفورين
(د) سيتوكينات - بيرفورين - ليمفوكينات - إنترليوكينات

٧ الشكل المقابل يمثل استجابة الجهاز المناعي ضد أنتيجينات البكتيريا المسببة للالتهاب الرئوي.



افحص الشكل جيدًا ثم أجب:

(١) ما الذي يرمز إليه كل من (س) ، (ل) ؟ ....

	س	ل
(أ)	CD4	خلايا تائية مساعدة
(ب)	MHC	خلايا تائية مساعدة
(ج)	MHC	خلايا بلعمية كبيرة
(د)	CD8	خلايا تائية سامة

(٢) ما الخلايا المشار إليها بالرموز (ص) ، (ع) ؟ ....

	الخلايا (ص)	الخلايا (ع)
(أ)	بائية	تائية مساعدة
(ب)	تائية مساعدة	بائية
(ج)	تائية مساعدة	ذاكرة
(د)	بلعمية كبيرة	بائية

(٣) تختلف الخلايا (م) عن الخلايا (ع) في ....

(أ) طريقة الانقسام
(ب) نوع المواد الكيميائية التي تفرزها
(ج) سرعة الاستجابة المناعية
(د) نوع المستقبلات الموجودة على سطحها

(٤) تختلف الخلايا (ن) عن الخلايا (م) في ....

(أ) عدد الكروموسومات
(ب) متوسط العمر الزمني
(ج) مكان النضج
(د) نوع الأنتيجين الذي تستجيب له



٨ أي الخلايا التالية تقوم باستجابتها المناعية في كل من خط الدفاع الثاني وخط الدفاع الثالث ؟ ....

(أ) القاتلة الطبيعية والبلعمية الثابتة
(ب) التائية المساعدة والبلعمية الجوالة
(ج) القاعدية والبائية البلازمية
(د) البلعمية الدوارة والقاتلة الطبيعية

أشهر الخلايا التي تشارك في المناعة الطبيعية والمناعة المكتسبة:

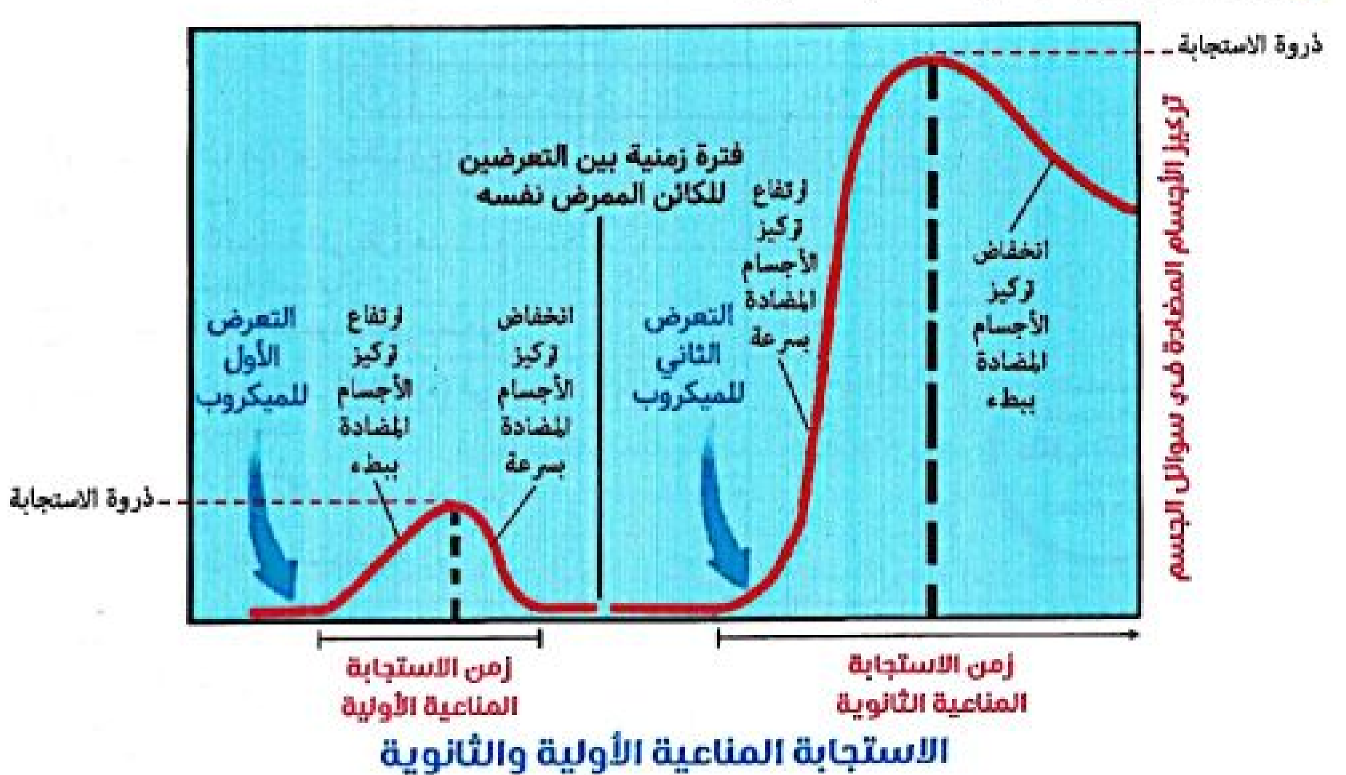
المناعة المكتسبة			المناعة الطبيعية		
الخلية البلعمية الكبيرة الثابتة أو الدوارة	الخلية القاتلة الطبيعية	الخلية البائية B	الخلية البلعمية الكبيرة الثابتة أو الدوارة	الخلية القاتلة الطبيعية	وحيدة النواة
الخلية التائية المثبطة T_S	الخلية التائية السامة T_C	الخلية التائية المساعدة T_H	الخلية القاعدية	الخلية الصارية	الخلية المتعادلة



مراحل المناعة المكتسبة

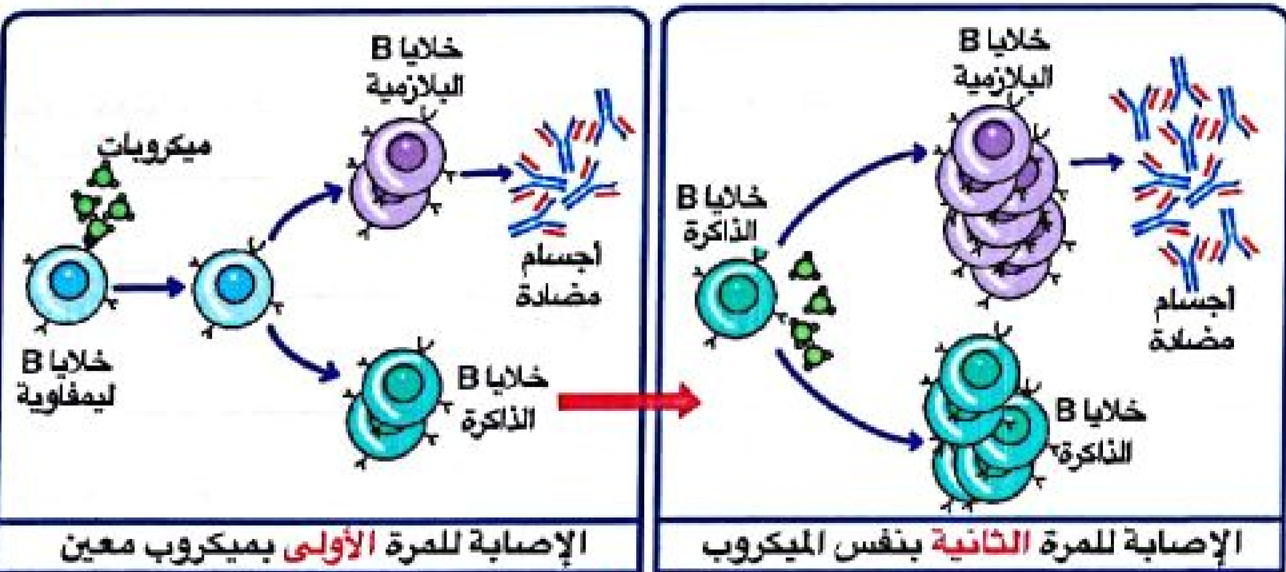
تحدث المناعة المكتسبة على مرحلتين، هما:

1. **المرحلة الأولى:** الاستجابة المناعية الأولية.
2. **المرحلة الثانية:** الاستجابة المناعية الثانوية.



الاستجابة المناعية الأولية والثانوية





الاستجابة المناعية الأولية والثانوية

مقارنة بين الاستجابة المناعية الأولية والاستجابة المناعية الثانوية:

الاستجابة المناعية الأولية (المناعة الأولية)	الاستجابة المناعية الثانوية (المناعة الثانوية)
التعريف	
هي استجابة الجهاز المناعي لكائن ممرض جديد.	هي استجابة الجهاز المناعي لنفس الكائن الممرض الذي سبق الإصابة به.
الخلايا المسئولة عنها	
الخلايا الليمفاوية البائية والتائية هي المسئولة عن الاستجابة المناعية الأولية حيث تستجيب لأنتيجينات الكائن الممرض وتهاجمها حتى تقضي عليها.	خلايا الذاكرة هي المسئولة عن الاستجابة المناعية الثانوية ... علل ؟ لأنها تختزن المعلومات عن الأنتيجينات التي حاربها الجهاز المناعي في الماضي.
ظهور أعراض المرض	
يصاحب الاستجابة المناعية الأولية ظهور أعراض المرض ... علل ؟ لأن العدوى تصبح واسعة الانتشار في الجسم.	لا يصاحب الاستجابة المناعية الثانوية ظهور أعراض المرض ... علل ؟ لأنه يتم تدمير الكائن الممرض بسرعة.
سرعة الاستجابة	
الاستجابة المناعية الأولية استجابة بطيئة ... علل ؟ لأنها تستغرق وقتًا ما بين (٥ : ١٠ أيام) للوصول إلى أقصى إنتاجية من الخلايا البائية والتائية، والتي تكون في حاجة للوقت كي تتضاعف.	الاستجابة المناعية الثانوية استجابة سريعة جدًا ... علل ؟ لأنه غالبًا ما يتم تدمير الكائن الممرض قبل أن تظهر أعراض المرض.

خلايا ذاكرة	
يتكون خلالها خلايا الذاكرة البائية والتائية وتبقى كامنة في الدم.	تنشط فيها خلايا الذاكرة التي سبق تكوينها في الاستجابة المناعية الأولية.
تركيز الأجسام المضادة	
منخفض نسبيًا.	مرتفع نسبيًا.
نوع الجسم المضاد السائد	
IgM	IgG
الفترة الزمنية	
استجابة مناعية قصيرة المدى.	استجابة مناعية طويلة المدى.

خلايا الذاكرة

المفهوم: نوع من الخلايا تختزن معلومات عن الأنتيجينات التي حاربها الجهاز المناعي في الماضي.

أنواعها:
- خلايا بائية ذاكرة.
- خلايا تائية ذاكرة.

وقت تكوينها: أثناء الاستجابة المناعية الأولية.

العمر:
تعيش عشرات السنين أو قد يمتد بها الأجل طول العمر بينما لا تعيش الخلايا البائية والتائية إلا أيامًا معدودة.

أهمية خلايا الذاكرة:
أثناء المجابهة الثانية مع نفس الكائن الممرض، تستجيب خلايا الذاكرة للكائن الممرض فور دخوله إلى الجسم فتبدأ في الانقسام سريعًا وينجم عن نشاطها السريع إنتاج العديد من الأجسام المضادة والعديد من الخلايا التائية النشطة خلال وقت قصير.
مثال: لا يصاب الإنسان بالحصبة إلا مرة واحدة في حياته لأنه اكتسب مناعة ضد الإصابة بهذا المرض.

ملحوظات
- **اللقاح:** الميكروب المسبب للمرض في صورة ميتة أو مضعفة وهو مناعة اصطناعية طويلة المدى.
- **المصل:** أجسام مضادة جاهزة ضد الميكروب المسبب للمرض وهو مناعة اصطناعية قصيرة المدى.

اللقاح أفضل من المصل؛ لأن المصل لا يستحث الجهاز المناعي لتكوين خلايا ذاكرة ضد الميكروب ولذا يستمر تأثيره لفترة قصيرة تنتهي بتحلل الأجسام المضادة، أما اللقاح فيستحث الجهاز المناعي لتكوين:
- خلايا بائية بلازمية تنتج أجسامًا مضادة للميكروب.
- خلايا بائية وتائية ذاكرة وأثناء المجابهة الثانية مع نفس الكائن الممرض تستجيب خلايا الذاكرة بالانقسام والتضاعف وينجم عن نشاطها السريع إنتاج العديد من الأجسام المضادة والخلايا التائية خلال وقت قصير لذا يستمر تأثير اللقاح لفترة طويلة.

فسر ؟
- **لا يصاب الإنسان بالحصبة إلا مرة واحدة بينما قد يصاب بالإنفلونزا أكثر من مرة في حياته.**

وذلك لأن الفيروس المسبب للحصبة ثابت نسبيا في تركيبه الوراثي فعند دخوله الجسم للمرة الثانية تنشط تجاهه خلايا الذاكرة التي سبق تكوينها أثناء الإصابة الأولى فتبدأ في الانقسام السريع مما يؤدي إلى تنشيط الخلايا التائية القاتلة ويزداد تركيز الأجسام المضادة خلال وقت قصير فيتم القضاء عليه قبل ظهور أعراض المرض.
بينما الفيروس المسبب للإنفلونزا متغير نسبيا في تركيبه الوراثي نتيجة حدوث طفرات في تركيبه بشكل مستمر ينتج عنها تغير الأنتيجينات التي تحفز الاستجابة المناعية الأولية في كل مرة يدخل فيها إلى الجسم وكأنه فيروس جديد مما يؤدي إلى ظهور الأعراض عقب كل إصابة.

- **تحتوي اللقاحات على الجراثيم المسببة للمرض في صورة ميتة أو مضعفة.**

حتى لا يكون لها القدرة على إحداث المرض وفي نفس الوقت يكون لها القدرة على تحفيز الجهاز المناعي على تكوين أجسام مضادة ضدها وخلايا تبقى كامنة في الدم لحماية الجسم من الإصابة بالمرض الذي تسببه هذه الجراثيم عند دخولها إلى الجسم مرة ثانية.

أضف إلى معلوماتك

تنقسم المناعة المكتسبة (التخصصية) إلى نوعين هما:

- **المناعة المكتسبة طبيعيا Natural immunity:**

وهي المناعة التي تظهر في الجسم بعد شفائه من مرض معدي وتشمل:
- المناعة المكتسبة الطبيعية النشطة (الإيجابية) **active natural immunity**

وهي المناعة التي يكتسبها الجسم نتيجة الإصابة بالكائن الممرض ويتم خلالها تكوين أجسام مضادة وخلايا ذاكرة للدفاع عن الجسم ومنع غزو الكائن الممرض.
- المناعة المكتسبة الطبيعية غير النشطة (السلبية) **passive natural immunity**

وهي المناعة التي يكتسبها الجسم نتيجة انتقال الأجسام المضادة إليه دون أن يكونها الجسم بنفسه مثل المناعة التي يكتسبها الطفل من أمه عبر المشيمة أثناء الحمل (IgG) أو عبر لبن الأم أثناء الرضاعة (IgA).

- **المناعة المكتسبة صناعيا Artificial immunity:**

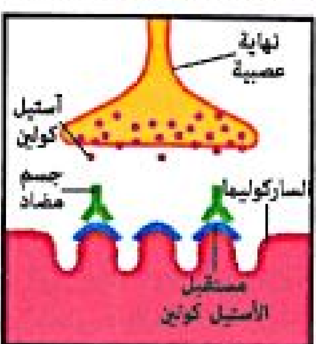
وهي المناعة التي يكتسبها الجسم بعد حقنه بالمصل أو اللقاح لزيادة مقاومته للإصابة بالأمراض المعدية مثل الجدري والكوليرا والسل الرئوي وغيرها وتشمل:
- المناعة المكتسبة الصناعية النشطة (الإيجابية) **active artificial immunity**

وهي المناعة التي يكتسبها الجسم نتيجة حقنه بالميكروب في صورة ميتة أو ضعيفة (اللقاح) لتحفيزه على تكوين أجسام مضادة وخلايا ذاكرة لتجنب الإصابة بالميكروب مستقبلا.
- المناعة المكتسبة الصناعية غير النشطة (السلبية) **passive artificial immunity**

وهي المناعة التي يكتسبها الجسم نتيجة حقنه بالأجسام المضادة المصنعة أو المستخرجة من عائل آخر ضد الميكروب أو السموم التي تغزو الجسم.

الأمراض ذاتية المناعة autoimmune diseases
- **المفهوم:** مجموعة من الأمراض تنتج من خلل في الجهاز المناعي حيث يفشل في التمييز بين الخلايا الذاتية والخلايا غير الذاتية، فيتعرف الجهاز المناعي على أجزاء معينة من الجسم على أنها أنتيجينات غريبة مما يؤدي إلى تحفيز الاستجابة المناعية ضدها من خلال تكوين أجسام مضادة مخصصة أو تنشيط الخلايا التائية والبلعمية.

• **مثل:** مرض وهن العضلات myasthenia gravis: يتم فيه تكوين أجسام مضادة ضد مستقبلات الأستيل كولين على أغشية الألياف العضلية مما يؤدي إلى منع الأستيل كولين من الارتباط بمستقبلاته فتقل قدرة العضلة على الانقباض مما يؤدي إلى ضعف الحركات الإرادية بالجسم.



مرض الإيدز Acquired Immuno-Deficiency Syndrome (AIDS)

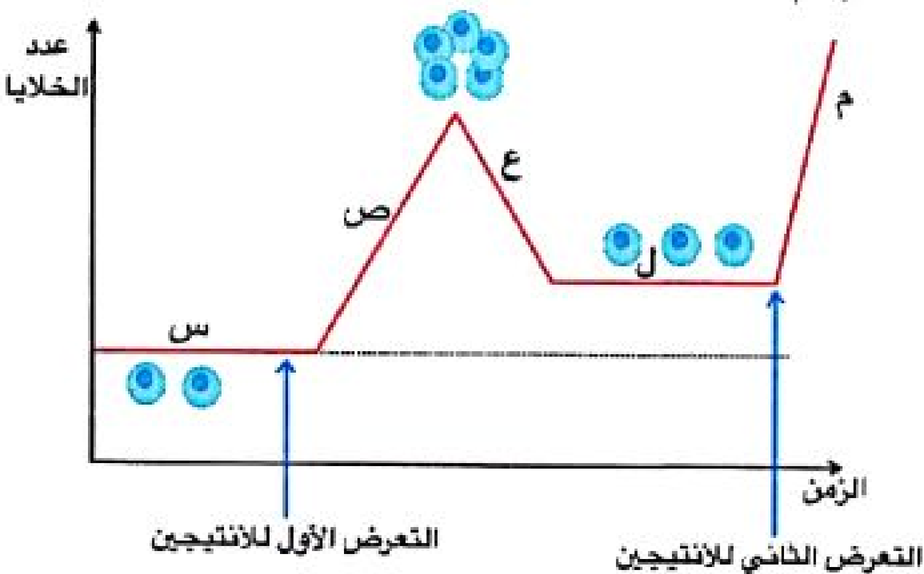
• **المفهوم:** أحد الأمراض المنقولة جنسيا ينتج من الإصابة بفيروس يؤدي إلى نقص المناعة المكتسبة بالجسم ويصبح الجسم عرضة للإصابة بالأمراض والأورام السرطانية مما يؤدي إلى الوفاة.

• **طرق انتقال العدوى:**
- الاتصال الجنسي حيث يتم إفراز الفيروس في السائل المنوي والإفرازات المهبلية.
- عمليات نقل الدم من شخص مصاب كما في حالات النزيف الشديدة أو سيولة الدم.
- من الأم للجنين عبر المشيمة أثناء الحمل أو عبر اللبن أثناء الرضاعة.

• **آلية المرض:**
عند دخول الفيروس للجسم فإنه يهاجم الخلايا التائية المساعدة (بمعدل كبير) والخلايا البلعمية الكبيرة (بمعدل أقل) مما يؤدي إلى موتها ونقص عددها بشكل تدريجي وبالتالي تثبيط وسائل الجهاز المناعي المتخصصة ويصبح الجسم عرضة للإصابة بالأمراض المعدية (بكتيريا - فيروسات - فطريات - غيرها) وكذلك الأورام السرطانية مما قد يؤدي للوفاة، وتستغرق هذه الأعراض حتى تصل لحدتها ما يقرب من عشر سنوات من بداية الإصابة بالفيروس.

أداء ذاتي

9 الشكل المقابل يعبر عن عدد خلايا المناعة الخلطية التي تستجيب ضد أحد الميكروبات عند دخوله الجسم مرتين على التوالي. افحص الشكل جيدا ثم أجب:



(١) ما الخلايا المسئولة عن الاستجابة المناعية خلال المرحلتين (ص) ، (م) ؟ ....

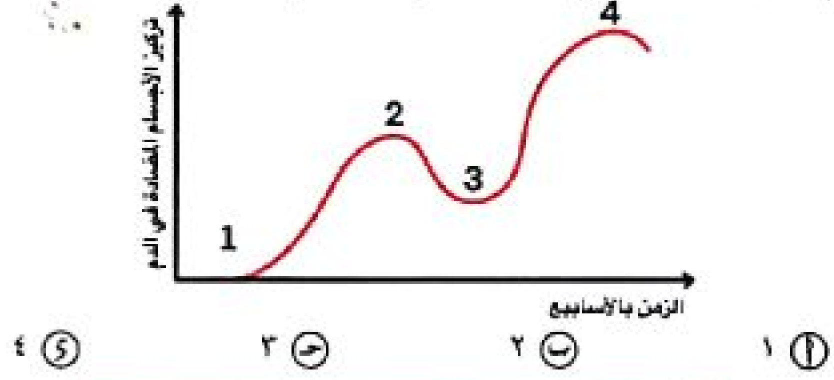
	المرحلة (ص)	المرحلة (م)
أ	ذاكرة	تائية مساعدة
ب	بلعمية كبيرة	بائية
ج	بائية	ذاكرة
د	تائية مساعدة	ذاكرة

(٢) أي المواد الكيميائية التالية يزداد تركيزها بشكل ملحوظ خلال المرحلة (ع) ؟ ....
أ الأجسام المضادة ب الإنترليوكينات ج الإنترفيرونات د الليمفوكينات

(٣) أي البدائل التالية تفسر عدم عودة المنحنى خلال المرحلة (ل) إلى وضعه الأصلي خلال المرحلة (س) ؟ ....
أ عدم موت الخلايا النشطة بعد القيام باستجابتها المناعية
ب انقسام الخلايا النشطة لتعطي خلايا ذاكرة تبقى في الجسم
ج موت خلايا الذاكرة وبقاء بعض الخلايا النشطة في الجسم
د زيادة عدد الخلايا التائية المثبطة عن المعدل الطبيعي

(٤) أي البدائل التالية تفسر زيادة ميل المنحنى خلال المرحلة (م) عن ميل المنحنى خلال المرحلة (ص) ؟ ....
أ الاستجابة المناعية الثانوية أبطأ من الاستجابة المناعية الأولية
ب اعتماد الاستجابة المناعية الثانوية على خلايا الذاكرة سريعة الانقسام
ج زيادة تركيز الإنترليوكينات والليمفوكينات خلال المرحلة (م)
د حدوث طفرة أدت إلى تغير تركيب أنتيجينات الميكروب

10 الشكل التالي تركيز الأجسام المضادة في دم أحد الأشخاص على مدار ٣ شهور أصيب خلالها بمرض الحصبة مرتين متتاليتين. أي الأرقام التالية تمثل النقطة التي تبدأ عندها المرة الثانية للإصابة بفيروس الحصبة ؟ ....



أ ١ ب ٢ ج ٣ د ٤

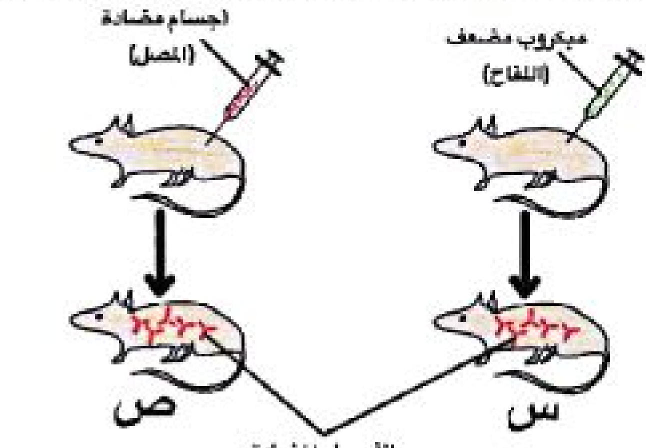
11 الشكل المقابل يوضح الاستجابة المناعية للجسم عقب الإصابة بأنتيجينين A ، B لأول مرة. افحص الشكل جيدا ثم أجب:

مستوى الأجسام المضادة
10^0 10^1 10^2 10^3 10^4
X Y Z
0 7 14 21 28 35 42 49 56
الزمن بالأيام
التعرض للأنتيجين A
التعرض للأنتيجين B

أي البدائل التالية تمثل الاستجابة المناعية المصاحبة للمراحل (X) ، (Y) ، (Z) ؟ ....

	X	Y	Z
أ	الاستجابة المناعية الأولية للأنتيجين A	الاستجابة المناعية الأولية للأنتيجين B	الاستجابة المناعية الثانوية للأنتيجين A
ب	الاستجابة المناعية الأولية للأنتيجين A	الاستجابة المناعية الأولية للأنتيجين B	الاستجابة المناعية الثانوية للأنتيجين B
ج	الاستجابة المناعية الأولية للأنتيجين A	الاستجابة المناعية الثانوية للأنتيجين A	الاستجابة المناعية الأولية للأنتيجين B
د	الاستجابة المناعية الأولية للأنتيجين A	الاستجابة المناعية الثانوية للأنتيجين B	الاستجابة المناعية الأولية للأنتيجين B

12 الشكل التالي يمثل تجربة معملية لدراسة تأثير كل من المصل واللقاح على مناعة الجسم. افحص الشكل جيدا ثم أجب:



أي البدائل التالية تمثل الرمز الصحيح الذي يشير إلى تركيز الأجسام المضادة في دم كل من الفأرين (س) ، (ص) كما هو موضح بالمنحنى البياني المقابل ؟

	الفأر (س)	الفأر (ص)
أ	A	B
ب	A	A
ج	B	A
د	B	B

تركيز الأجسام المضادة
(A)
(B)
الأيام
١ ١٤ ٦٠

تنويه

بعض الحالات التي تكون فيها استجابة الجسم للإصابة بالميكروب للمرة الثانية استجابة أولية وليست ثانوية.

- **فشل الجسم أثناء الإصابة الأولى في تكون الخلايا الذاكرة.**
- **الإصابة الثانية حدثت بعد فترة زمنية كبيرة جدًا (بعد تحلل جميع خلايا الذاكرة الموجودة لهذا الأنتيجين في الجسم).**
- **إصابة الجسم بميكروب كثير الطفرات مثل فيروس الإنفلونزا.**

الباب الثاني

الفصل الأول

الحمض النووي DNA والمعلومات الوراثية


الدرس الأول: جهود العلماء لمعرفة المادة الوراثية للكائن الحي


الدرس الثاني: الحمض النووي DNA (1)


الدرس الثالث: الحمض النووي DNA (2)

أهداف الفصل

في نهاية هذا الفصل ينبغي أن يكون الطالب قادرًا على أن

- يتعرف دور العلماء في معرفة مادة الوراثة.
- يتعرف تركيب الحمض النووي DNA.
- يتعرف كيفية تضاعف DNA وأهمية ذلك بالنسبة للخلايا.
- يقدر دور العلماء في التوصل إلى تركيب لولب DNA وتضاعفه.
- يستنتج الفروق بين DNA في أوليات وحقيقيات النواة.
- يتخيل طول DNA وكيف يتم تكثيفه ليشغل حيزاً صغيراً بالنواة.
- يتعرف تركيب المحتوى الجيني.
- يتعرف الطفرات وأنواعها.
- يكتشف أسباب الطفرة ونواتجها.

أهم المفاهيم

- البيولوجيا الجزيئية.
- الجينات.
- التحول البكتيري.
- البوليمرات.
- أوليات النواة.
- حقيقيات النواة.
- الكروماتين.
- النيوكليوسومات.
- المحتوى الجيني.
- DNA المتكور.

التمهيد

ما الخصائص التي تجعلك مميزًا عن زملائك في المدرسة ؟ قد يكون شعرك المجعد أو لون بشرتك أو لون عينيك. هل شاركك أحد أفراد عائلتك هذه الصفات ؟ أنظر من حولك، ما الصفات التي يتقاسمها أفراد العائلات الأخرى ؟ هناك عدد كبير من العائلات الحيوانية - أيضا- مثل الدببة والبوم والذئاب والخنازير والكثير غيرها، لماذا يتشابه أفراد كل عائلة من هذه العائلات ؟

يتساءل كل والدين ينتظران مولودًا جديدًا كيف سيبدو طفلهما. هل سيكون صبيًا أم فتاة ؟ هل سيشبه أنفه أنف أبيه أم أمه ؟ هل سيكون لون عينيه أزرق أم بنيًا ؟ هل سيولد بصحة جيدة ؟

- في الماضي، ما كان للوالدين سوى أن يتوقعا الإجابات عن هذه الأسئلة.
- أما اليوم، فأصبحا يملكان كمًا من المعلومات تساعدهم على التوقع ببعض الصفات التي قد يحملها طفلهما وذلك من خلال أحد مجالات العلوم الحديثة والذي يسمى «**علم البيولوجيا الجزيئية Molecular Biology**».

علم البيولوجيا الجزيئية

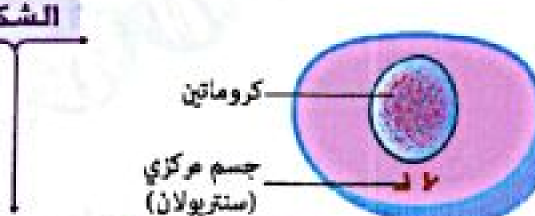
أحد مجالات العلم الحديث الذي يهتم بدراسة الأساس الجزيئي للوراثة DNA وهو يتقدم بسرعة كبيرة جدًا.

والآن تعالوا نتعرف معًا على بعض المفاهيم الهامة قبل التعمق قليلا في بعض فروع هذا العلم الرائع !

⊙ يمكن تقسيم الكائنات الحية إلى نوعين أساسيين **هما:**

1. **أوليات النواة:** تكون مادتها الوراثية غير محاطة بغشاء نووي يفصلها عن السيتوبلازم، مثل: البكتيريا.
2. **حقيقيات النواة:** تكون مادتها الوراثية محاطة بغشاء نووي يفصلها عن السيتوبلازم والعضيات الخلوية، مثل: خلايا الإنسان.

⊙ تحتوي خلايا حقيقيات النواة على نواة يوجد بداخلها المادة الوراثية في صورة كروماتين أو كروموسومات حسب الوضع الانقسامي للخلية **كالتالي:**

	في الوضع الطبيعي (غير الانقسامي)	في الوضع الانقسامي للخلية
التوضيح	تتواجد المادة الوراثية في صورة شبكة متداخلة من الحمض النووي DNA ومجموعات مختلفة من البروتينات تعرف مجتمعة «بالكروماتين».	تنتظم المادة الوراثية في صورة أجسام عصوية يمكن رؤيتها تحت الميكروسكوب بعد صبغها بصبغة خاصة في صورة أجسام ملونة تعرف بـ «الكروموسومات أو الصبغيات» وتكون أكثر وضوحًا في الطور الاستوائي أثناء انقسام الخلية.
الشكل		

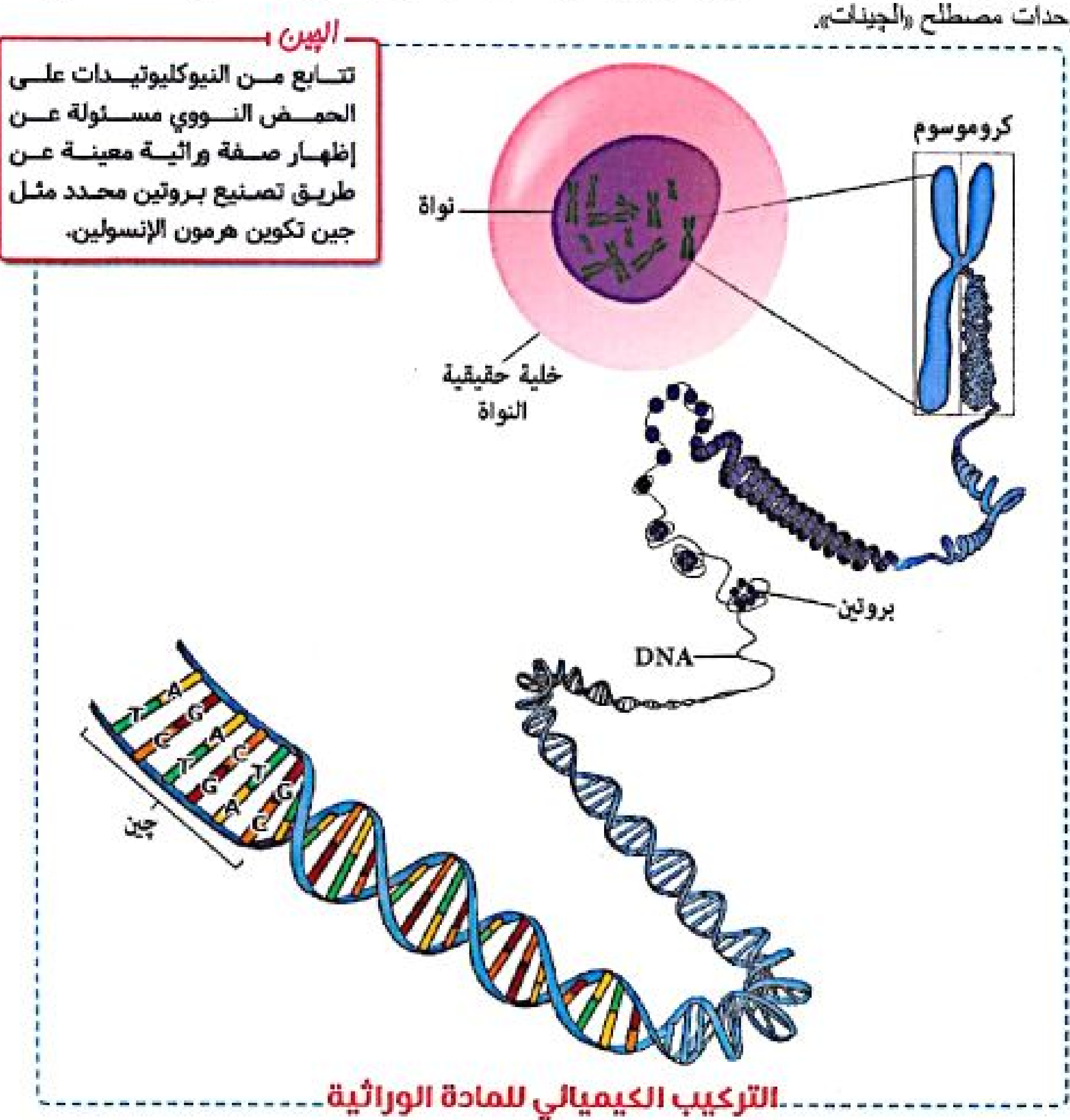
التركيب الكيميائي للكروموسومات

⊙ استطاع العلماء عزل الكروموسومات من الخلايا المختلفة وتحليلها للتعرف على تركيبها الكيميائي ودراسة خصائصها بواسطة عدة طرق مختلفة نستنتج منها ما يلي:

تتكون الكروموسومات من وحدات بنائية كبيرة تعرف بـ"البوليمرات" يتكون كل منها من ارتباط عدة وحدات بنائية أصغر تعرف بـ(المونيمرات)، وهي أحد مركبين أساسيين **هما**:

1. **الحمض النووي DNA** (بوليمر) يتكون من ارتباط عدد كبير من النيوكليوتيدات (مونيمر).
2. **البروتين** (بوليمر) يتكون من ارتباط عدد كبير من الأحماض الأمينية (مونيمر).

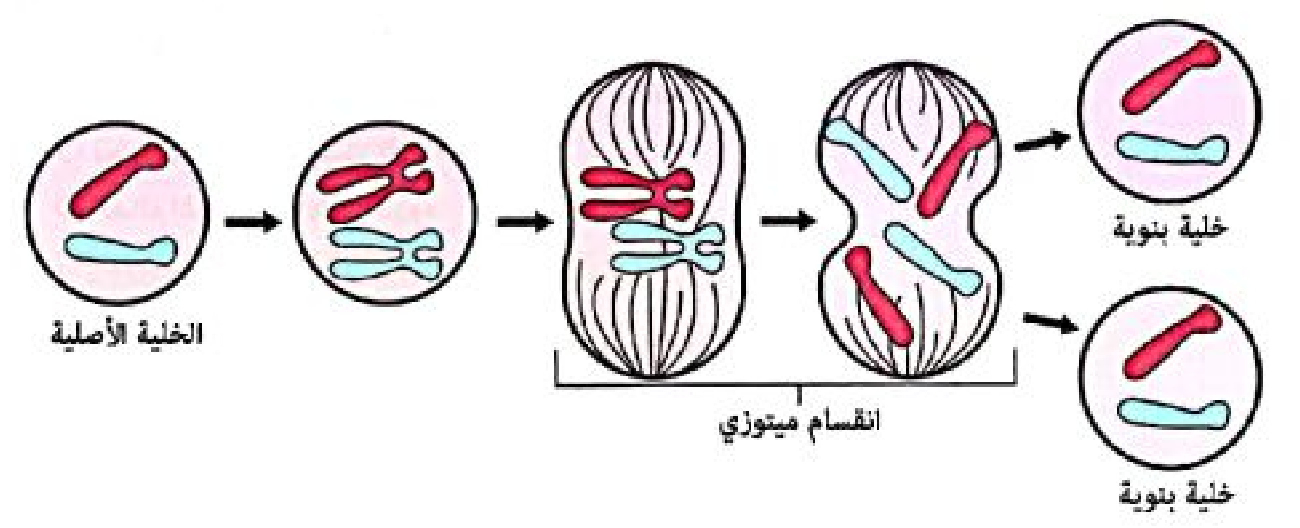
⊙ وقد لاحظ العلماء أن كل تتابع معين من الوحدات البنائية على الكروموسومات يتحكم في إظهار صفة وراثية معينة مثل صفة لون العيون والتي تنتقل من جيل لآخر وقد أطلق العلماء على هذه الوحدات مصطلح «الجينات».



التركيب الكيميائي للمادة الوراثية

⊙ اعتقاد العلماء أن الصبغيات هي التي تحمل المعلومات الوراثية ... **فسر؟**

لأنه أثناء الانقسام الميتوزي للخلية تنفصل الصبغيات إلى مجموعتين متماثلتين بحيث يصبح لكل خلية ناشئة عن الانقسام نفس عدد الصبغيات الموجودة في الخلية الأصلية وهذا دليل على أن الصبغيات هي التي تحمل المعلومات الوراثية.



⊙ **نستنتج** مما سبق أن المادة الوراثية تنتظم في صورة كروموسومات تتكون من مزيج من البروتينات والحمض النووي DNA وكل تتابع من هذه الوحدات ينتج عنه جين معين مسئول عن إظهار صفة خاصة به. من هنا بدأ العلماء يسألون أنفسهم أي أجزاء الكروموسومات (البروتينات أم الأحماض النووية) هي التي تحمل المعلومات الوراثية وتنتقل من خلالها من جيل لآخر ؟

وللإجابة على هذا السؤال قام العلماء بالعديد من التجارب والأبحاث في محاولة لترجيح أحدهما على الآخر على النحو التالي:

○ كان يعتقد أن البروتين هو المادة الوراثية وليس DNA في بادئ الأمر ... **فسر؟**
وذلك للأسباب التالية:

البروتينات	DNA
يدخل في تركيبها ٢٠ نوع من الأحماض الأمينية المختلفة، والتي تتجمع معًا بطرق مختلفة لتعطي عددًا لا حصر له من المركبات البروتينية المختلفة بما يتناسب مع تنوع الصفات الوراثية.	يدخل في تركيبه ٤ نيوكليوتيدات فقط.

○ في أربعينات القرن الماضي ظهر خطأ هذا الاعتقاد وأثبتت الأدلة أن المادة الوراثية هي DNA وليس البروتين مما أدى إلى قيام العلماء بدراسة الأساس الجزيئي للوراثة والذي يطلق عليه عادة اسم البيولوجيا الجزيئية.



الشرح

الأدلة على أن DNA هو المادة الوراثية

1. التحول البكتيري Bacterial transformation
   - تجربة العالم جريفث Griffith
   - العالم إفري Avery وزملاؤه
   - التجربة الحاسمة
2. لاقمات البكتريا (البكتيريوفاج) Bacteriophages
3. كمية DNA في الخلايا The amount of DNA in cells

فيما يلي تفصيل ذلك:

أ التحول البكتيري Bacterial transformation

تجربة (١) تجربة العالم جريفث Griffith

- في القرن العشرين تفشى مرض الالتهاب الرئوي في لندن وكان الطبيب البريطاني جريفث من أوائل الباحثين عن آلية حدوث هذا المرض في محاولة لاكتشاف علاج أو لقاح مناسب.
- عام ١٩٢٨م قام جريفث بدراسة سلالتين من البكتيريا المسببة للالتهاب الرئوي على الفئران ويمكن المقارنة بينهما كالتالي:

جريفث

سلالة البكتيريا S	سلالة البكتيريا R
ناعمة الملمس Smooth وهذه صفة زائدة بسبب جين معين	خشنة الملمس Rough
تحيط نفسها بغلاف عازل يحميها من مهاجمة خلايا الدم البيضاء لها	لا تستطيع إحاطة نفسها بغلاف عازل لذا يسهل بلعمتها بواسطة خلايا الدم البيضاء
تسبب التهاب رئوي حاد يؤدي إلى موت الفئران.	تسبب التهاب رئوي فقط ولا ينتج عنها موت الفئران.



خطوات التجربة:

	الخطوة الأولى	الخطوة الثانية	الخطوة الثالثة	المواد السامة
الحقن	حقن مجموعة من الفئران بسلالة بكتيريا (S).	حقن مجموعة من الفئران بسلالة بكتيريا (R).	حقن مجموعة من الفئران بسلالة بكتيريا (S) سبق قتلها حراريًا.	حقن مجموعة من الفئران بسلالة بكتيريا (S) سبق قتلها حراريًا مع سلالة بكتيريا (R) حية.
الأشكال التوضيحية	سلالة البكتيريا (S) «المميتة»	سلالة البكتيريا (R) «غير المميتة»	سلالة البكتيرية (S) مقتولة حراريًا	سلالة البكتيريا (S) مقتولة حراريًا + سلالة البكتيريا (R)
المشاهدة	إصابة الفئران بالالتهاب الرئوي الحاد ثم موتها.	إصابة الفئران بالالتهاب الرئوي وعدم موتها.	عدم موت الفئران.	موت بعض الفئران وعند فحص تلك الفئران الميتة وجد بها بكتيريا (S) حية.
الاستنتاج	المادة الوراثية الخاصة بسلالة البكتيريا (S) انتقلت إلى داخل سلالة البكتيريا (R) فتحولت إلى سلالة (S) المميتة وأطلق جريفث على هذه الظاهرة اسم «**التحول البكتيري**».			
قصور النظرية	عجز جريفث عن تفسير انتقال المادة الوراثية من البكتيريا (S) إلى البكتيريا (R).			



التحول البكتيري

تحول سلالة البكتيريا (R) غير المميتة إلى سلالة البكتيريا (S) المميتة نتيجة انتقال المادة الوراثية إليها.

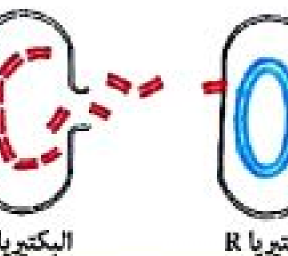
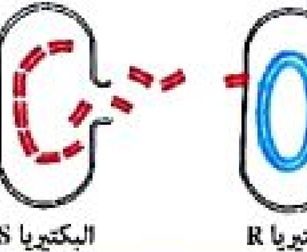
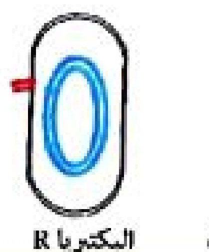
تجربة (٢) العالم إفري Avery وزملاؤه

الخطوات	❶ قام إفري وزملاؤه بعزل مادة التحول البكتيري التي تسببت في تحول سلالة البكتيريا (R) إلى سلالة البكتيريا (S) المميتة. ❷ قاموا بتحليل مادة التحول البكتيري.
الاستنتاج	مادة التحول البكتيري ظاهريًا هي DNA.

إفري

التفسير العام للتحول البكتيري

سلالة البكتيريا (R) قد امتصت DNA الخاصة بسلالة البكتيريا (S) -وذلك بطريقة غير معروفة حتى الآن- فاكتسبت خصائصها والأهم من هذا كله أن هذا التحول البكتيري للبكتيريا المستقبلة (R) قد انتقل إلى الأبناء.

الاعتراض على أن DNA هو المادة الوراثية

الجزء من DNA الذي سبب التحول البكتيري لم يكن نقيًا تمامًا؛ لأنه كان يحمل كمية من البروتين يحتمل أن تكون السبب في إحداث هذا التحول.

أداء ذاتي

❶ أي البدائل التالية تعبر عن خصائص البكتيريا الناتجة من عملية التحول البكتيري ؟ ....
- (أ) تتماثل وراثيا مع البكتيريا المانحة
- (ب) تموت بعد فترة زمنية قصيرة جدا
- (ج) تتماثل وراثيا مع البكتيريا المستقبلة
- (د) محتواها الوراثي مزيج بين البكتيريا المانحة والمستقبلة

❷ أي البدائل التالية تفسر قدرة البكتيريا الناعمة على قتل الفئران خلال فترة زمنية قصيرة ؟ ....
- (أ) إحاطتها بغلاف عازل يمنع وصول خلايا الجهاز المناعي إليها
- (ب) تخزينها لكمية كبيرة من الغذاء في حويصلات بروتينية
- (ج) قدرتها على التكيف مع درجة حرارة الجسم
- (د) عدم احتوائها على حمض نووي منزوع الأكسجين

❸ يعتبر .... أول من فسر ظاهرة التحول البكتيري اعتمادا على التحليل البيوكيميائي.
- (أ) جريفث
- (ب) إفري وزملاؤه
- (ج) هرشي وتشيس
- (د) واطسون وكريك

تجربة (٣) التجربة الحاسمة

أجريت هذه التجربة عندما أكتشف وأستخلص إنزيم له القدرة على تحليل جزيء DNA تحليلا كاملا، ولا يؤثر على البروتينات أو RNA.

الخطوات	❶ تم معاملة المادة النشطة المنتقلة (DNA + البروتينات) المسئولة عن التحول البكتيري بإنزيم دي أكسي ريبونيوكليز (Deoxyribonuclease) ❷ تم نقل المادة إلى سلالة البكتيريا (R) غير المميتة.
المشاهدة	لم تتحول سلالة البكتيريا (R) غير المميتة إلى سلالة البكتيريا (S) المميتة.
التفسير	تتوقف عملية التحول البكتيري نتيجة لغياب مادة DNA التي تحللت.
الاستنتاج	DNA هو المادة الوراثية وليس البروتين.

أداء ذاتي

❹ أي البدائل التالية تمثل النتيجة المتوقعة عند حقن فأر بمزيج من البكتيريا S عالية النفاذية وإنزيم دي أكسي ريبونيوكليز ؟

	إصابة الفأر بالالتهاب الرئوي	موت الفأر
(أ)	✓	✗
(ب)	✗	✗
(ج)	✗	✓
(د)	✓	✓

❺ أي البدائل التالية تمثل النتيجة المتوقعة عند حقن فأر بمزيج من البكتيريا S عالية النفاذية وإنزيم الريبونيوكليز ؟ ....

	إصابة الفأر بالالتهاب الرئوي	موت الفأر
(أ)	✓	✗
(ب)	✗	✗
(ج)	✗	✓
(د)	✓	✓

❻ أي البدائل التالية تمثل التجربة التي ينتج عنها موت الفأر بعد حقنه بمادة التحول البكتيري ؟ ....

س: مادة التحول البكتيري + بكتيريا R
ص: مادة التحول البكتيري + إنزيم ديوكسي ريبونيوكليز + بكتيريا R
ع: مادة التحول البكتيري + إنزيم الريبونيوكليز + بكتيريا R
ل: مادة التحول البكتيري + حرارة أعلى من ١٠٠° + بكتيريا R

- (أ) س ، ص
- (ب) س ، ع
- (ج) ص ، ع
- (د) س ، ل



ب لاقمات البكتريا (البكتريوفاج-الفاج) Bacteriophages

التصنيف: فيروس متطفل (لا ينتمي لأوليات النواة أو حقيقيات النواة).

المحتوى الوراثي: محتواه الوراثي عبارة عن DNA مزدوج في معظم الأنواع.

التركيب: يتركب من مادة وراثية محاطة بغلاف بروتيني في صورة رأس وذيل حلزوني يمتد منه قطعة ذيلية مدببة لأسفل تساعده في مهاجمة الخلايا البكتيرية والتكاثر بداخلها.

الأهمية البيولوجية: استخدمه بعض علماء البيولوجيا الجزيئية لإثبات أن الحمض النووي هو المادة الوراثية وليس البروتين في بعض التجارب التي أجريت على البكتيريا.



تركيب البكتيريوفاج

مراحل تكاثر البكتيريوفاج داخل الخلية البكتيرية:

الالتصاق (مهاجمة الفاج للخلية البكتيرية)	• يهاجم الفيروس الخلية البكتيرية ويتصل بها عن طريق الذيل. • يفرز الذيل إنزيمات محللة تذيب جدار الخلية البكتيرية وتصنع بها ثقوب.	الغلاف البروتيني للفاج – المادة الوراثية للفاج – DNA البكتيري (١) مهاجمة الفاج الخلية البكتيرية
حقن المادة الوراثية (بعد ٤ دقائق من المهاجمة)	• تنفذ المادة الوراثية للفيروس داخل الخلايا البكتيرية. • يؤثر الفيروس على المادة الوراثية للخلية البكتيرية ويسخرها لمضاعفة مادته الوراثية باستخدام إنزيمات الخلية البكتيرية أو يجبرها على تصنيع إنزيماته.	(٢) حقن المادة الوراثية بعد ٤ دقائق من المهاجمة
تضاعف المادة الوراثية للفيروس (بعد ١٥ دقيقة من المهاجمة)	• يدمر الفيروس المادة الوراثية الخاصة بالبكتيريا. • تتضاعف أعداد المادة الوراثية الخاصة بالفيروس.	الغلاف البروتيني الفارغ للفاج (٣) بعد ١٥ دقيقة من المهاجمة
تكوين الغلاف البروتيني الخاص بالفيروس (بعد ٢٠ دقيقة من المهاجمة)	• يوجه الفيروس الخلية البكتيرية لاستخدام جيناته في تصنيع غلاف بروتيني خاص به.	(٤) بعد ٢٠ دقيقة من المهاجمة الفاج الجديد (٥) بعد ٢٨ دقيقة من المهاجمة
الانفجار (بعد ٣٢ دقيقة من المهاجمة)	• تنفجر الخلية البكتيرية ويتحرر منها حوالي ١٠٠ فيروس جديد مكتمل التكوين استعدادا لإصابة خلية بكتيرية جديدة.	(٦) بعد ٣٢ دقيقة تنفجر الخلية البكتيرية وينطلق الفاج الجديد

الاستنتاج: انتقال مادة (أو مجموعة مواد) تحتوي على جينات الفيروس منه إلى الخلية البكتيرية تحفزها على تكوين فيروسات جديدة مكتملة التكوين خلال فترة زمنية قصيرة.

أضف إلى معلوماتك

- يصعب تصنيف الفيروسات وضمها إلى طائفة معينة وذلك لعدة أسباب منها أنها:
  - لا تحتوي على عضيات خلوية وبالتالي لا يمكنها القيام بعمليات التمثيل الغذائي الأساسية.
  - تتطفل على باقي الكائنات الحية حيث تهاجم خلاياها بشكل مباشر وتجبر خلية العائل على تضاعف مادتها الوراثية بداخلها ثم تفجر هذه الخلية المصابة لتتحرر منها بأعداد كبيرة استعدادا لإصابة خلية أخرى.
- البكتيريا التي اعتمد عليها العلماء في معظم تجاربهم في علم البيولوجيا الجزيئية هي بكتيريا إيشريشيا كولاي E. coli والتي تمثل إحدى أنواع البكتيريا النافعة غير الضارة التي تعيش في أمعاء الإنسان.

تجربة للعالمين هيرشي وتشيس Hershy and Chase

تنويه: الكبريت قد يدخل في تكوين البروتين، لوجود الكبريت في بعض الأحماض الأمينية كـ الميثيونين والسيستين وليس في جميعها

استغل العالمان هيرشي وتشيس بعض الحقائق العلمية لإجراء تجربتهما:

- **DNA:** يدخل في تركيبه الفوسفور ولا يدخل في تركيبه الكبريت.
- **البروتين:** قد يدخل في تركيبه الكبريت ولا يدخل في تركيبه الفوسفور.

خطوات التجربة:

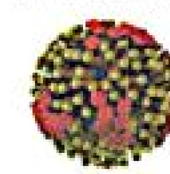
	الخطوة الأولى	الخطوة الثانية
الترقيم	قاما بترقيم DNA الفيروسي بالفوسفور المشع وسمحا لهذا الفيروس بمهاجمة البكتيريا.	قاما بترقيم البروتين الفيروسي بالكبريت المشع وسمحا لهذا الفيروس بمهاجمة البكتيريا.
الأشكال التوضيحية	DNA المشع – فيروس الفاج – بكتريا	البروتين المشع – فيروس الفاج – بكتريا
الكشف	قاما بالكشف عن الفوسفور المشع داخل وخارج الخلية البكتيرية.	قاما بالكشف عن الكبريت المشع داخل وخارج الخلية البكتيرية.
المشاهدة	كل الفوسفور المشع تقريبًا قد انتقل إلى داخل الخلية البكتيرية، دليل على وصول كل DNA الفيروسي تقريبًا.	أقل من ٣٪ من الكبريت المشع قد انتقل إلى داخل الخلية البكتيرية دليل على عدم وصول أغلب البروتين الفيروسي.
الاستنتاج	• DNA الفيروسي يدخل إلى الخلية البكتيرية ويدفعها إلى بناء فيروسات جديدة. • DNA هو المادة الوراثية وليس البروتين.	

مما سبق نستنتج من تجارب التحول البكتيري والتجارب التي أجريت على الفاج أن الجينات على الأقل الخاصة بسلالات بكتيريا الالتهاب الرئوي وفيروسات الفاج تتكون من DNA.

ونلاحظ أن هذه الاستنتاجات قصرت على الكائنات الحية التي أجريت عليها هذه التجارب..

، **والسؤال الآن:** هل كل الكائنات الحية محتواها الجيني DNA ؟

والإجابة: بالنفي؛ لأن هناك بعض الفيروسات (مثل: فيروس الإنفلونزا، وشلل الأطفال، والإيدز، والكورونا) لا يدخل DNA في تركيبها بل ثبت أن RNA هو المادة الوراثية في هذه الفيروسات، إلا أن هذه الفيروسات بالتأكيد تشذ عن القاعدة حيث إنها تكون جزءً صغيرًا من صور الحياة، ولكن كل الدراسات التي أجريت حتى الآن أكدت على أن DNA هو المادة الوراثية لجميع الأحياء تقريبًا.



فيروس الإنفلونزا — فيروس شلل الأطفال — فيروس الإيدز — فيروس الكورونا

أداء ذاتي

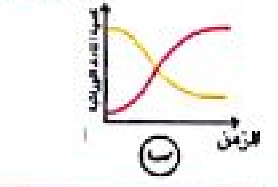
٧ أي البدائل التالية صحيحة عن توقيت حدوث كل من (تكوين الغلاف البروتيني للفاج - تضاعف المادة الوراثية للفاج) وذلك عقب إصابة الفاج لبكتيريا إيشيريشيا كولاي ؟ ....

	تكوين الغلاف البروتيني للفاج	تضاعف المادة الوراثية للفاج
(أ)	بعد حوالي ١٥ دقيقة	بعد حوالي ٢٠ دقيقة
(ب)	بعد حوالي ٣٢ دقيقة	بعد حوالي ١٥ دقيقة
(ج)	بعد حوالي ٢٠ دقيقة	بعد حوالي ١٥ دقيقة
(د)	بعد حوالي ٢٥ دقيقة	بعد حوالي ٢٠ دقيقة

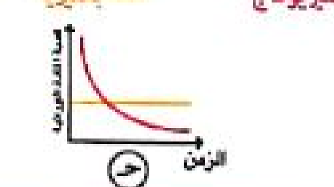
٨ أي الأشكال البيانية التالية تمثل التغير الحادث في كمية المادة الوراثية لكل من البكتيريا والبكتيريوفاج بعد حوالي ١٥ دقيقة من الإصابة ؟ ....

— بكتيريوفاج — بكتيريا

(أ)



(ب)



(ج)

(د)

٩ الهدف من ترقيم الفاج بعنصر مشع هو ....

(أ) اعتماد الفاج في تضاعفه على العناصر المشعة
(ب) سهولة رؤية العنصر المشع تحت الميكروسكوب
(ج) العنصر المشع يقوم بدور العامل الحفاز أثناء تضاعف الفيروس
(د) العنصر المشع يحلل جدار الخلية البكتيرية بسهولة

١٠ يتشابه فيروس الإيدز مع فيروس الإنفلونزا في ....

(أ) نوع الخلايا التي يتطفل عليها ويهاجمها
(ب) الاعتماد على الانقسام الميتوزي في التضاعف
(ج) نوع المادة الوراثية
(د) تركيب الغلاف البروتيني الخارجي



ج كمية DNA في الخلايا The amount of DNA in cells

هناك دليل مادي آخر على أن DNA هو المادة الوراثية.

مقارنة بين الـDNA والبروتين في حقيقيات النواة:

	DNA	البروتين
الكمية داخل الخلايا الجسدية	كمية DNA متساوية في أنواع مختلفة من الخلايا الجسدية لنفس الكائن الحي مثل الدجاج.	كمية البروتينات غير متساوية في نفس الخلايا.
الكمية داخل الخلايا الجنسية (الأمشاج)	كمية DNA في خلايا الأمشاج تعادل نصف كمية DNA في الخلايا الجسدية لنفس الكائن الحي وحيث عن الفرد الجديد ينتج من اتحاد مشيج مذكر مع مشيج مؤنث يجب أن يحتوي كل مشيج على نصف المعلومات الوراثية.	لا ينطبق ذلك على البروتين حيث تختلف كمية البروتينات داخل الخلايا الجنسية عن الخلايا الجسدية وليس بالضرورة أن تحتوي على نصف كمية البروتينات الموجودة في الخلايا الجسدية.
عمليات الهدم والبناء	تركيبه ثابت بشكل واضح داخل الخلية (لا يتحلل).	يتم هدمها وإعادة بنائها باستمرار داخل الخلايا.

أداء ذاتي

١١ جميع العبارات التالية غير صحيحة ماعدا ....

(أ) النسبة بين كمية البروتينات في كل من خلية بنكرياس وبويضة في أنثى الفأر تساوي ٢:١
(ب) DNA داخل خلايا الحرباء يتحلل بشكل دوري ليساعدها على التمويه
(ج) النسبة بين كمية DNA في حبة لقاح الذرة وكمية DNA في خلية من ورقة الفول تساوي ٢:١
(د) كمية DNA في الحيوان المنوي للأسد تساوي كمية DNA في بويضة أنثى الأسد

١٢ النسبة بين كمية DNA في الخلية (س) وكمية DNA في الخلية (ص) تساوي ....

ص — س

(أ) ٢:١
(ب) ١:١
(ج) ١:٢
(د) ١:٤

الفصل 1 — الحمض النووي DNA (1) — الدرس 2

التمهيد

- تعرفنا في الدرس السابق على محاولات العلماء المستمرة في التوصل لأصل تركيب المادة الوراثية في خلايا الكائنات الحية من خلال عدة تجارب علمية تقوم على مبدأ الشك وإثبات الحجة بالدليل.

  ولكن منذ أوائل الخمسينات من القرن الحالي أصبح هناك أدلة قوية تكفي لاعتبار DNA يحمل المعلومات الوراثية الخاصة بالخلية.

- وفي هذا الدرس نستكمل معاً جهود العلماء للتعرف على تركيب DNA ووضع نموذج له وتحديد خصائصه وآلية عمله في إظهار الصفات الوراثية والمقارنة بين المحتوى الوراثي في أوليات النواة وحقيقيات النواة.

تركيب DNA

تمكن العلماء من عزل الحمض النووي واستخدام آليات الطرد المركزي والتحليل البيوكيميائي لدراسة التركيب الكيميائي للحمض النووي DNA

ومن ذلك نستنتج أن:

- DNA عبارة عن بوليمر يتكون من ارتباط عدد كبير من وحدات بنائية أصغر (مونيمرات) تسمى «نيوكليوتيدات».
- تتكون كل نيوكليوتيدة من سكر خماسي ومجموعة فوسفات وقاعدة نيتروجينية كالتالي:

مجموعة الفوسفات — P — C5 — O — C4 — سكر خماسي — 1C — N.B. قاعدة نيتروجينية — 3 C — 2 C

تركيب النيوكليوتيدة

سكر خماسي الكربون (سكر دي أكسي ريبوز)	• مركب عضوي يتكون من ارتباط عناصر الكربون والهيدروجين والأكسجين. • يوجد في صورة حلقة خماسية الشكل تتكون زواياها من ٤ ذرات كربون وذرة أكسجين. • ترقم ذرات الكربون من (1) إلى (5) في اتجاه عقارب الساعة. • تمتد ذرة الكربون رقم (5) خارج الحلقة الخماسية وترتبط بذرة الكربون رقم (4) برابطة تساهمية. • يختلف عن سكر الريبوز (سكر أحادي) في نزع ذرة أكسجين واحدة من ذرة الكربون رقم (2) لذا يعرف الـ DNA بالحمض النووي الريبوزي منقوص الأكسجين Deoxy-ribo-Nucleic-Acid.
مجموعة فوسفات	• مجموعة كيميائية سالبة الشحنة مشتقة من حمض الفوسفوريك H_3PO_4. • ترتبط بذرة الكربون رقم (5) في السكر الخماسي برابطة تساهمية. • تكون مع جزيئات السكر نمطاً متبادلاً عرف فيما بعد بـ "هيكل السكر والفوسفات" في شريط DNA.
قاعدة نيتروجينية	• مركب حلقي معقد غني بعنصر النيتروجين. • ترتبط بذرة الكربون رقم (1) في السكر الخماسي برابطة تساهمية. • تخزن عليها المعلومات الوراثية التي يتم ترجمتها إلى صفات مثل صفة لون العيون.

ملحوظات

- تضاف شرطة إلى رقم ذرات الكربون في جزيء السكر الخماسي لتمييزها عن ذرات الكربون في القاعدة النيتروجينية مثلاً 3´، وتسمى هذه الشرطة بريم Prime.
- جزيئات السكر والفوسفات متماثلة في جميع النيوكليوتيدات بينما تختلف القواعد النيتروجينية من نيوكليوتيدة لأخرى وهذا الاختلاف يعزي إليه سبب اختلاف الجينات والمعلومات الوراثية من فرد لآخر.

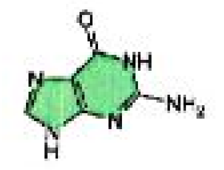
القواعد النيتروجينية التي تدخل في تركيب الأحماض النووية قد تكون أحد مشتقات:

البيورينات Purines

- ذات حلقتين (حلقة خماسية وحلقة سداسية).
- أكبر حجماً.
- تشغل مساحة أكبر من تركيب DNA.
- أقل ثباتاً.

أمثلة

الأدنين A (يدخل في تركيب DNA وRNA)



الجوانين G (يدخل في تركيب DNA وRNA)

البيريميدينات Pyrimidines

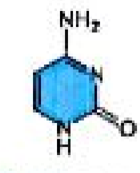


- ذات حلقة واحدة (حلقة سداسية).
- أقل حجماً.
- تشغل مساحة أقل من تركيب DNA.
- أكثر ثباتاً.

أمثلة



الثايمين T (يدخل في تركيب DNA فقط) — اليوراسيل U (يدخل في تركيب RNA فقط)



السيتوزين C (يدخل في تركيب DNA وRNA)

ملحوظة

- القواعد النيتروجينية التي تدخل في تركيب الحمض النووي دي أكسي ريبوز DNA أربعة وهي إحدى مشتقات:
  - البيريميدينات Pyrimidine: مثل ثايمين (T) Thymine أو سيتوزين (C) Cytosine.
  - البيورينات Purine: مثل أدينين (A) Adenine أو جوانين (G) Guanine.

آلية ارتباط النيوكليوتيدات مع بعضها لتكوين DNA

ترتبط النيوكليوتيدات ببعضها في شريط DNA كالآتي:

1. مجموعة الفوسفات المتصلة بذرة الكربون رقم (5) في سكر إحدى النيوكليوتيدات ترتبط برابطة تساهمية بذرة الكربون رقم (3) في النيوكليوتيدة التالية.
، والتركيب الذي يتبادل فيه السكر والفوسفات يطلق عليه «**هيكل سكر فوسفات**».

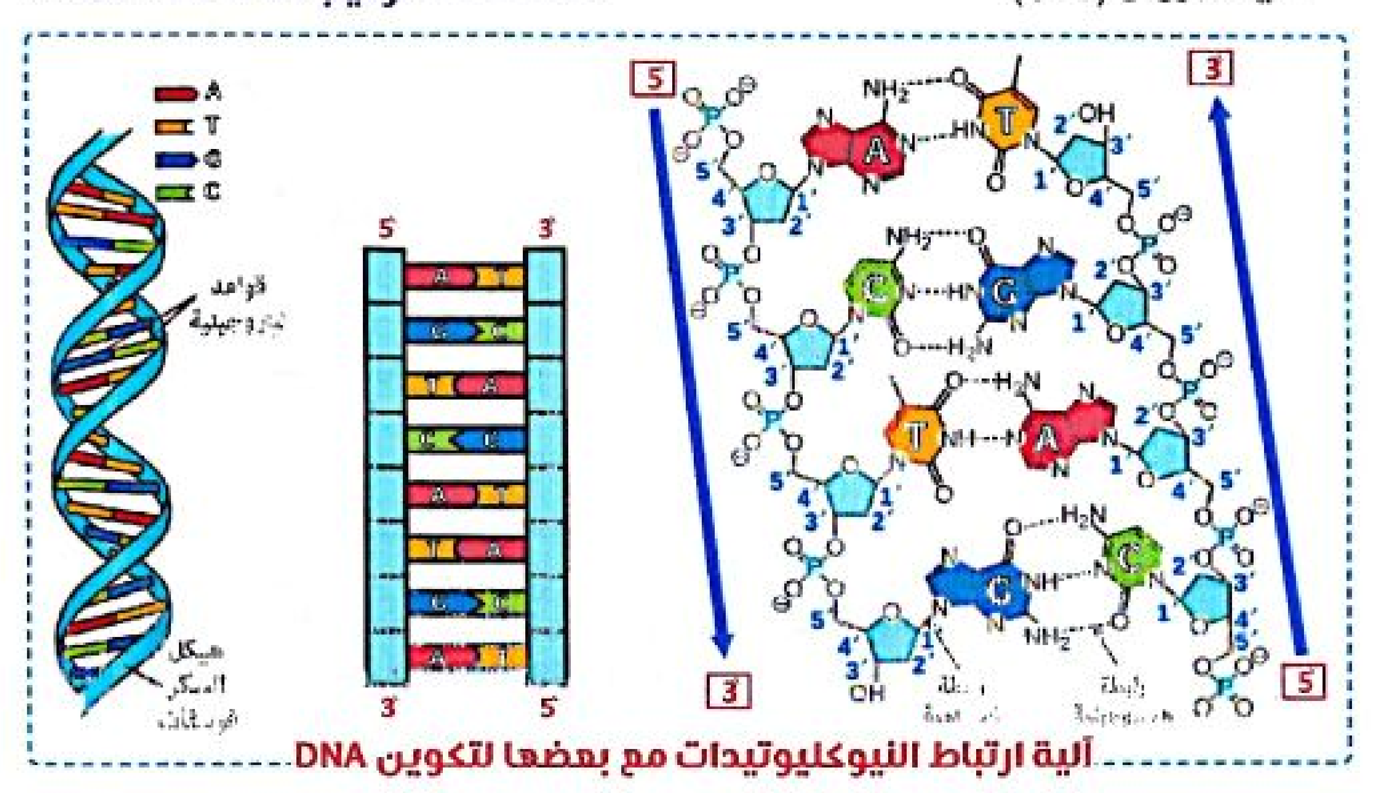
2. هيكل سكر فوسفات غير متماثل ... **علل؟**
لأن به مجموعة فوسفات حرة طليقة مرتبطة بذرة الكربون رقم (5) في السكر الخماسي عند إحدى نهاياته، ومجموعة هيدروكسيل (OH) حرة طليقة مرتبطة بذرة الكربون رقم (3) في السكر الخماسي عند النهاية الأخرى للهيكل.

3. تبرز قواعد البيورين والبيريميدين على جانب واحد من هيكل سكر فوسفات.

4. في كل جزيء DNA يكون عدد النيوكليوتيدات التي تحتوي على الأدنين مساوية لتلك التي تحتوي على الثايمين (A = T)، وعدد النيوكليوتيدات التي تحتوي على الجوانين مساوية لتلك التي تحتوي على السيتوزين (G≡C).

A = Adenine T = Thymine
G = Guanine C = Cytosine

تركيب DNA



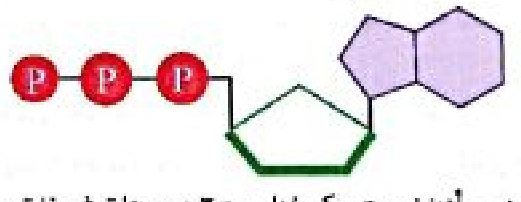
آلية ارتباط النيوكليوتيدات مع بعضها لتكوين DNA

استنتاجات

- يوجد في جزئ DNA نوعان من الروابط الكيميائية:

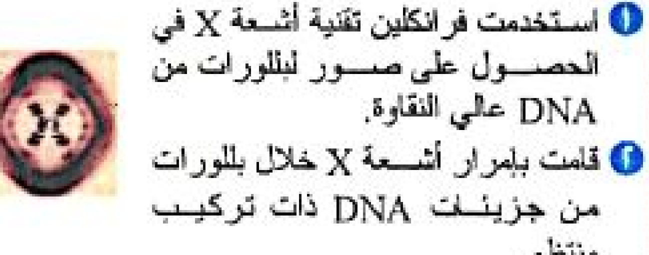
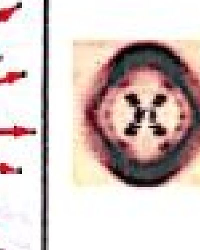
روابط تساهمية	روابط هيدروجينية
روابط قوية صعبة الكسر.	روابط ضعيفة سهلة الكسر.
أكثر ثباتا.	أقل ثباتا.
توجد في شريط DNA بين: • ذرة الكربون رقم (5) في جزئ السكر الخماسي ومجموعة الفوسفات في النيوكليوتيدة المفردة. • ذرة الكربون رقم (3) في جزئ السكر الخماسي ومجموعة الفوسفات في النيوكليوتيدة التالية على الشريط. • ذرة الكربون رقم (3) في جزئ السكر الخماسي ومجموعة الهيدروكسيل الطرفية. • ذرة الكربون رقم (1) في جزئ السكر الخماسي والقاعدة النيتروجينية. • ذرات المركبات العضوية المكونة لأجزاء النيوكليوتيدة المختلفة مثل ذرات السكر الخماسي.	توجد في جزئ DNA بين: القاعدة النيتروجينية على أحد شريطي DNA (بيريميدينات) والقاعدة النيتروجينية على الشريط المقابل (بيورينات).

- كل شريط من أشرطة DNA له نهايتان إحداهما توجد عند الطرف '5 ترتبط بها مجموعة فوسفات حرة (طليقة) والأخرى توجد عند الطرف '3 ترتبط بها مجموعة هيدروكسيل حرة (طليقة).
- يدخل الأدنين في تركيب جزيء الأدينوسين ثلاثي الفوسفات ATP (عملة الطاقة في الخلية).



AMP + P_i → ADP + P_i → ATP

الدليل المباشر على تركيب DNA (دراسات فرانكلين Franklin)

الخطوات	❶ استخدمت فرانكلين تقنية أشعة X في الحصول على صور لبللورات من DNA عالي النقاوة. ❷ قامت بإمرار أشعة X خلال بللورات من جزيئات DNA ذات تركيب منتظم.   
المشاهدة	حدوث تشتت لأشعة X وظهور طراز من توزيع نقط أعطى تحليلها معلومات عن شكل DNA.
الاستنتاج	♦ جزيء DNA ملتف على شكل حلزون أو لولب بحيث تكون القواعد متعامدة على طول الخيط. ♦ هيكل سكر فوسفات يوجد في الجهة الخارجية من اللولب والقواعد النيتروجينية توجد جهة الداخل. ♦ قطر اللولب يدل على أنه يتكون من أكثر من شريط DNA.

عام ١٩٥٢م نشرت فرانكلين صورًا للبلورات من DNA عالي النقاوة أوضحت فيها هذه النتائج.

بدأ بعد ذلك سباق رهيب بين العلماء لوضع المعلومات المتاحة في صورة نموذج Model لتركيب جزيء DNA، إلا أن أول من تمكن من وضع نموذج مقبول لتركيب DNA كان العالمان الإنجليزيان واطسون وكريك.

أضف إلى معلوماتك

- توجد القواعد النيتروجينية جهة الداخل لأن طبيعتها الكيميائية تجعلها كارهة للماء وبالتالي تتجه بعيدًا عن المحلول المائي المحيط بالنواة في الخلية وتنغمس داخل تركيب اللولب الحلزوني.
- شريطا DNA يلتفان حول بعضهما في اتجاه حركة عقارب الساعة بحيث يكون اتجاه أحدهما لأعلى والآخر لأسفل.
- مفهوم حيود أشعة إكس: عند سقوط حزمة من فوتونات الأشعة على تركيب بللوري منتظم له أسطح مستوية تتصادم هذه الفوتونات مع الإلكترونات المكونة لذرات البللورة وتحيد عن مسارها ويمكن استقبالها على فيلم تصوير لتكوين صورة ثلاثية الأبعاد لكثافة الإلكترونات داخل البللورة .

أداء ذاتي

❶ أي البدائل التالية قد تفسر سبب وجود القواعد النيتروجينية جهة الداخل في اللولب المزدوج ؟ ....

(أ) القواعد النيتروجينية محبة للماء لذا تتجه نحو الماء داخل اللولب المزدوج
(ب) القواعد النيتروجينية موجبة الشحنة لذا تتنافر مع مجموعات الفوسفات
(ج) القواعد النيتروجينية كارهة للماء لذا تتجه بعيدا عن الماء المحيط باللولب المزدوج
(د) القواعد النيتروجينية سالبة الشحنة لذا تتجاذب مع مجموعات الفوسفات



نموذج واطسون وكريك لتركيب جزيء DNA

واطسون كريك

❶ يتركب نموذج واطسون وكريك لتركيب DNA من شريطين يلتفان حول بعضهما ويسمي اللولب المزدوج ويرتبطان معًا كالسلم ... فسر ؟

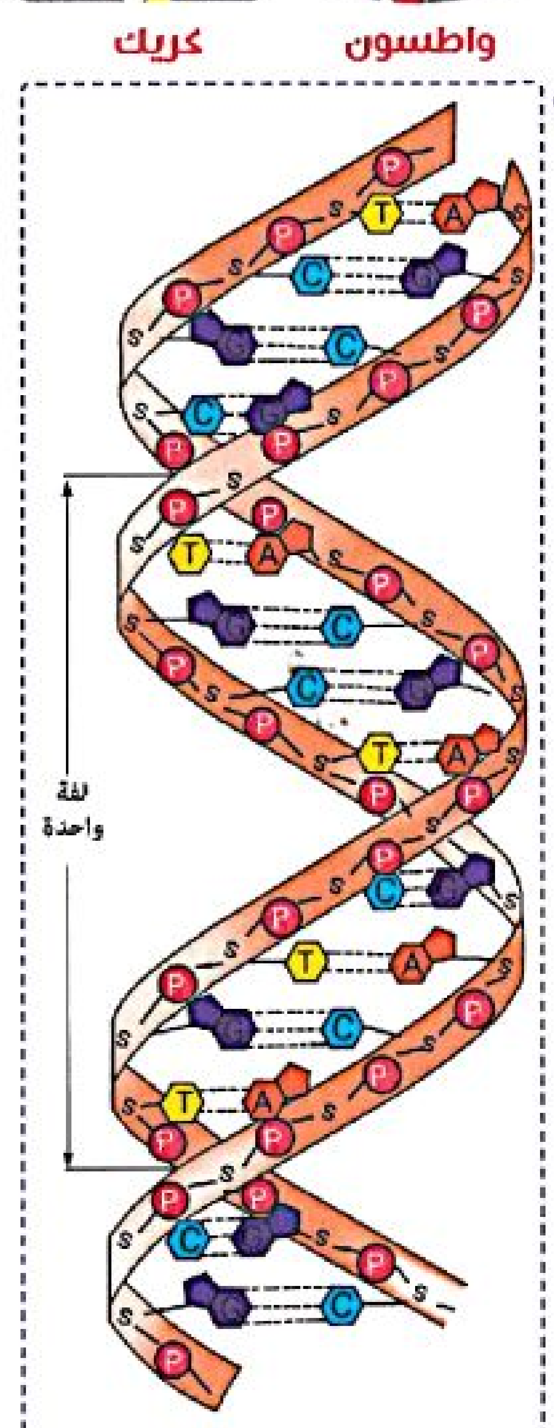
حيث:
- يمثل هيكل السكر والفوسفات جانبي السلم.
- تمثل القواعد النيتروجينية درجات السلم.

❷ عرض درجات السلم على امتداد DNA يكون متساويًا... علل ؟
لأن شريطي DNA يكونان على نفس المسافة من بعضهما البعض؛ لأن كل درجة تتكون من ارتباط قاعدة نيتروجينية بريميدينية (ذات حلقة واحدة) مع قاعدة نيتروجينية بيورينية (ذات حلقتين)، حيث:
- يرتبط الأدنين (A) مع الثايمين (T) برابطتين هيدروجينيتين (T ⁝⁝ A).
- يرتبط الجوانين (G) مع السيتوزين (C) بثلاث روابط هيدروجينية (C ⁝⁝⁝ G).

❸ شريطا جزيء DNA متعاكسا الاتجاه ... علل ؟
حيث يكون أحد الشريطين اتجاهه (´5 ← ´3) بينما يكون الشريط المقابل اتجاهه (´3 ← ´5) بمعنى أن مجموعة الفوسفات الطرفية المتصلة بذرة الكربون رقم (5) في السكر الخماسي في شريطي DNA تكون عند الطرفين المعاكسين حتى تتكون الروابط الهيدروجينية بين زوجي القواعد النيتروجينية المتكاملة بشكل سليم.

❹ يلتف (يجدل) سلم DNA حول نفسه ... علل ؟
ليتكون لولب أو حلزون DNA لتقصير طوله بحيث يوجد ١٠ نيوكليوتيدات في كل لفة على الشريط الواحد.

❺ يطلق على جزيء DNA «اللولب المزدوج» ... علل ؟
لأنه عبارة عن شريطين يلتفان حول بعضهما البعض لتكوين لولب (حلزون).



اللولب المزدوج لـ DNA



- جين = قطعة DNA = لولب مزدوج = شريطان من DNA = جزيء DNA.
- عدد درجات السلم في DNA = عدد نيوكليوتيدات الشريط الواحد = عدد أزواج النيوكليوتيدات على الشريطين.
- عدد مجموعات الفوسفات الحرة الطليقة في حقيقيات النواة = عدد مجموعات الهيدروكسيل الحرة الطليقة = ٢ في كل جزيء.
- عدد مجموعات الفوسفات الحرة الطليقة في أوليات النواة = صفر.
- عدد مجموعات الهيدروكسيل الحرة الطليقة في أوليات النواة = صفر.
- عدد النيوكليوتيدات = عدد القواعد النيتروجينية = عدد مجموعات الفوسفات = عدد جزيئات السكر الخماسي.
- عدد اللفات الموجودة في قطعة من DNA = $\frac{\text{عدد النيوكليوتيدات الموجودة في هذه القطعة}}{\text{٢٠}}$.
- عدد اللفات الموجودة في شريط مفرد من DNA = $\frac{\text{عدد النيوكليوتيدات الموجودة في هذه الشريط}}{\text{١٠}}$.
- عدد لفات الDNA = $\frac{\text{طول DNA}}{\text{طول اللفة الواحدة}}$.
- عدد أزواج القواعد = $\frac{\text{طول DNA}}{\text{سمك النيوكليوتيدة}}$.
- طول اللفة الواحدة في جزئ DNA= سمك النيوكليوتيدة X ١٠ =٠,٣٤ X ١٠ =٣,٤ نانومتر. **(للاطلاع فقط)**
- ترتبط قاعدة الأدنين مع قاعدة الثايمين برابطتين هيدروجينيتين .. ، بينما ترتبط قاعدة الجوانين مع قاعدة السيتوزين بثلاث روابط هيدروجينية .
- $A = T$ ، $G = C$ ، $\frac{G}{C} = \frac{A}{T} =$ ١ ، $\frac{A+G}{T+C} =$ ١
- $A + G = T + C = 50\%$
- عدد الروابط الهيدروجينية الموجودة في قطعة DNA = (عدد قواعد السيتوزين أو الجوانين) × ٣ + (عدد قواعد الأدنين أو الثايمين) × ٢.
- عدد الروابط الهيدروجينية المزدوجة الموجودة في قطعة DNA = عدد قواعد A = عدد قواعد T .. في اللولب المزدوج.
- عدد الروابط الهيدروجينية الموجودة في ثلاثيات في قطعة DNA = عدد قواعد G = عدد قواعد C .. في اللولب المزدوج.
- عدد قواعد البيورينات ذات الحلقتين = عدد قواعد البيريميدينات ذات الحلقة الواحدة.
- عدد حلقات كل درجة من درجات سلم DNA = ٣ حلقات.


مثال:

قطعة من DNA عند تحليلها وجد أنها تحتوي على ١٠٠٠ نيوكليوتيدة منها ١٥٠ نيوكليوتيدة تحتوي على قاعدة الأدنين، في ضوء ذلك: احسب:

١. عدد مجموعات الفوسفات الموجودة في هذه القطعة.
٢. عدد مجموعات الفوسفات الحرة الموجودة في هذه القطعة.
٣. عدد اللفات الموجودة في هذه القطعة.
٤. عدد باقي القواعد النيتروجينية في هذه القطعة.
٥. نسبة قواعد الجوانين في هذه القطعة.
٦. عدد درجات السلم في هذه القطعة.
٧. عدد الروابط الهيدروجينية الموجودة في هذه القطعة.
٨. عدد الروابط الهيدروجينية الموجودة بصورة مزدوجة في هذه القطعة.
٩. عدد الروابط الهيدروجينية الموجودة في صورة ثلاثيات في هذه القطعة.
١٠. أثبت أن: $\frac{A+G}{T+C} =$ ١.

الإجابة

١. عدد مجموعات الفوسفات = عدد النيوكليوتيدات = ١٠٠٠.

٢. عدد مجموعات الفوسفات الحرة = ٢.

٣. عدد اللفات = $\frac{\text{عدد النيوكليوتيدات في القطعة}}{\text{٢٠}} = \frac{\text{١٠٠٠}}{\text{٢٠}} =$ ٥٠ لفة.

٤. عدد القواعد النيتروجينية = عدد النيوكليوتيدات = ١٠٠٠.
عدد قواعد A = عدد قواعد T = ١٥٠ قاعدة.
عدد قواعد G + عدد قواعد C = ١٠٠٠ - (٢ X ١٥٠) = ١٠٠٠ - ٣٠٠ = ٧٠٠ قاعدة.
عدد قواعد G = عدد قواعد C = $\frac{\text{٧٠٠}}{\text{٢}} =$ ٣٥٠ قاعدة.

٥. نسبة قواعد G = نسبة قواعد C = $\frac{\text{عدد قواعد G}}{\text{العدد الكلي للقواعد}}$ X ١٠٠ = $\frac{\text{٣٥٠}}{\text{١٠٠٠}}$ X ١٠٠ = ٣٥٪.

٦. عدد درجات السلم = عدد نيوكليوتيدات الشريط الواحد = $\frac{\text{١٠٠٠}}{\text{٢}} =$ ٥٠٠ درج.

٧. عدد الروابط الهيدروجينية = (عدد قواعد G × ٣) + (عدد قواعد A × ٢)
= (٣٥٠ × ٣) + (١٥٠ × ٢) = ١٣٥٠ رابطة.

٨. عدد الروابط الهيدروجينية الموجودة في صورة مزدوجة = عدد قواعد A = ١٥٠ رابطة.

٩. عدد الروابط الهيدروجينية في صورة ثلاثيات = عدد قواعد G =٣٥٠ رابطة.

١٠. $\frac{A+G}{T+C} = \frac{\text{١٥٠ + ٣٥٠}}{\text{١٥٠ + ٣٥٠}} = \frac{\text{٥٠٠}}{\text{٥٠٠}} =$ ١.


مثال:

إذا علمت أن $\frac{G}{A} = \frac{2}{3}$ في أحد جزيئات DNA في خلية جسدية لإنسان ما.
ما النسبة المئوية لكل من C ، T في الشريطين ؟

الإجابة

بفرض أن:

$$\frac{G}{A} = \frac{2}{3} = \frac{C}{T}$$

$G = 2x = C$ ، $A = 3x = T$

$A + G + C + T = 100\%$ $3x + 2x + 2x + 3x = 100\%$

$10x = 100\%$ $x = 10\%$

وبالتالي تكون نسبة:

$G = C = 2x = 2 \times 10 = 20\%$

$A = T = 3x = 3 \times 10 = 30\%$

مثال: (الثانوية العامة - دور أول - ٢٠١٢)

الجدول التالي يوضح النسب المئوية للقواعد النيتروجينية بحمض DNA في خليتين مختلفتين لأرنب واحد، ماذا تستنتج من كل مما يأتي ؟

القواعد النيتروجينية	A	T	C	G
خلية كبد الأرنب	٢٨,٧	٢٨,٣	٢١,٤	٢١,٦
خلية جلد الأرنب	٢٨,٧	٢٨,٣	٢١,٤	٢١,٦

(النسبة المئوية للقواعد النيتروجينية في جزيئات DNA)

١- مقارنة النسب المئوية للقواعد النيتروجينية في خلية كبد الأرنب مع نسبتها المئوية في خلية جلد الأرنب.

٢- مقارنة النسب المئوية للقواعد النيتروجينية في خلية كبد الأرنب ببعضها.

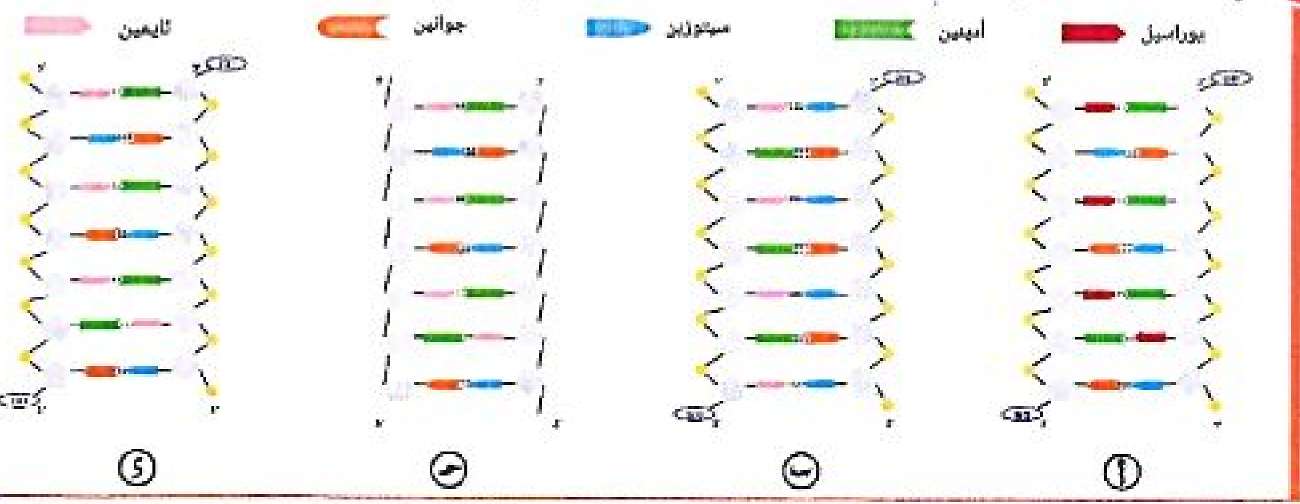
الإجابة

١- الخلايا الجسمية لنفس الكائن تحتوي على نفس الكمية من القواعد النيتروجينية وبالتالي تكون DNA في أنواع مختلفة من الخلايا الجسدية لنفس نوع الكائن الحي متساوية مما يدل على أن DNA هو المادة الوراثية وليس البروتين.

٢- نسبة قواعد الأدنين تساوي تقريبًا نسبة قواعد الثايمين، نسبة قواعد الجوانين تساوي تقريبًا نسبة قواعد السيتوزين مما يدل على أن DNA لولب مزدوج.

أداء ذاتي

٢ أي الأشكال التالية تعبر عن التصور المقبول عن تركيب DNA الذي توصل إليه واطسون وكريك ؟ ....



تضاعف DNA

التمهيد

⊙ هل فكرت يومًا ماذا يحدث لنسيج الجلد بعد أن تجرح يدك بواسطة آلة حادة مثل السكين ؟ هل تساءلت يومًا كيف تتحول خلية الزيجوت إلى جنين كامل خلال ٩ شهور ؟ لا شك أنك لاحظت أن هذه الخلايا لابد أن تنقسم بشكل دوري لتعويض الأجزاء التالفة أو النمو أو التئام الجروح ولكن كيف يمكن للخلايا الناتجة من الانقسام أن تحافظ على ثبات مادتها الوراثية رغم زيادة أعدادها !

قبل أن تبدأ الخلية بالانقسام تتضاعف كمية المادة الوراثية بداخلها حتى تحصل كل خلية جديدة ناتجة من الانقسام على نسخة طبق الأصل من المعلومات الوراثية الخاصة بالخلية الأصلية ويطلق على هذه العملية مصطلح «تضاعف DNA».

الشرح

توقيت الحدوث: تتضاعف كمية DNA في الخلية قبل أن تبدأ في الانقسام.

الهدف: تستقبل كل خلية جديدة نسخة طبق الأصل من المعلومات الوراثية الخاصة بالخلية الأم.

الملائمة التركيبية لجزيء DNA في عملية تضاعف DNA:

أشار «**واطسون وكريك**» إلى أن جزيء DNA يحتوي على وسيلة يمكن بها مضاعفة المعلومات الوراثية بدقة ... **فسر ؟**

حيث إن الشريطين يحتويان على قواعد نيتروجينية متكاملة أي أن تتابع النيوكليوتيدات في كل شريط يوفر المعلومات اللازمة لبناء شريط مقابل له ومتكامل معه فيعمل كل شريط قديم كقالب لبناء شريط DNA جديد يتكامل معه.

مثال:

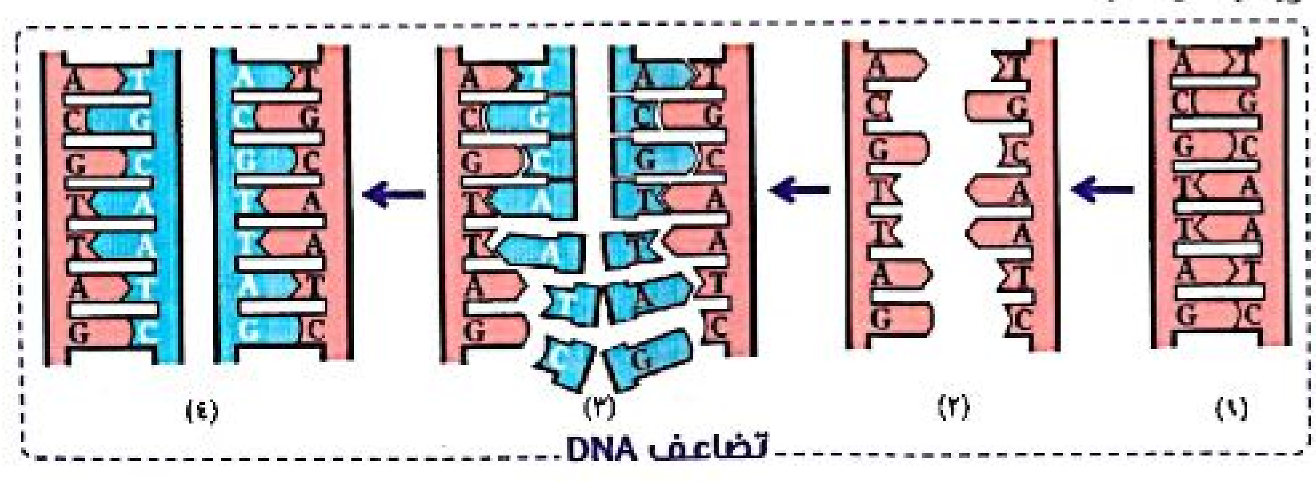
إذا كان تتابع القواعد النيتروجينية في جزء من أحد الشريطين هو

(5′..... A – A – T – C – C ..... 3′)

فإن قطعة الشريط التي تتكامل معه تكون كالتالي:

(3′..... T – T – A – G – G ..... 5′)

وبالتالي عند فصل شريطي DNA عن بعضهما البعض فإن أيًا منهما يمكن أن يعمل كقالب لإنتاج شريط يتكامل معه.



تضاعف DNA

شروط حدوث عملية تضاعف DNA:

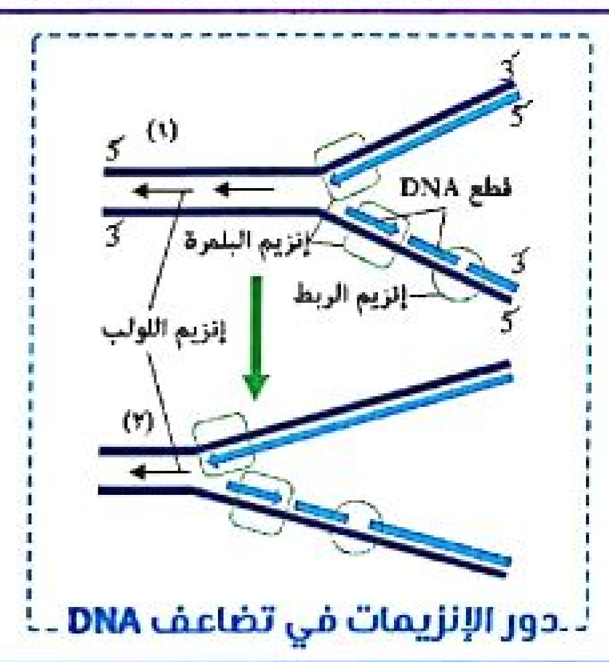
1. تكامل نشاط عدد من الإنزيمات والبروتينات في الخلية وهي اللولب، البلمرة، الربط.
2. وجود شريط DNA قديم يمكن استخدامه كقالب لبناء شريط DNA جديد يتكامل معه.

خطوات عملية تضاعف DNA

	المواد المستخدمة	الخطوات
الفصل	إنزيم اللولب Helicase بروتينات الربط SSBP	① ينفك التفاف اللولب المزدوج. (وذلك بإنزيمات Topoisomerases) ② تتحرك **إنزيمات اللولب (DNA - helicases)** على امتداد اللولب المزدوج فاصلة الشريطين عن بعضهما **عن طريق:** كسر الرابطة الهيدروجينية بين القواعد النيتروجينية المتزاوجة في كلا الشريطين. ③ يبتعد الشريطان عن بعضهما لتتمكن القواعد النيتروجينية من تكوين روابط هيدروجينية مع نيوكليوتيدات جديدة. ④ ترتبط عدة بروتينات متخصصة تعرف بـ «بروتينات الربط» بالقواعد النيتروجينية المفصولة لمنع إعادة التصاقها مع بعضها مرة أخرى حتى تنتهي عملية التضاعف.
البناء	إنزيم البلمرة polymerase enzyme	④ تقوم **إنزيمات البلمرة (DNA - polymerases)** ببناء أشرطة DNA جديدة كالتالي: **(أ) في حالة الشريط (3َ ⟵ 5َ) الأصلي القالب:** تقوم إنزيمات البلمرة بإضافة نيوكليوتيدات جديدة الواحدة تلو الأخرى من البداية 3 إلى النهاية 5 لشريط DNA الجديد، ويتم ذلك بعد أن تتزاوج القاعدة النيتروجينية في النيوكليوتيدة الجديدة مع القاعدة النيتروجينية الموجودة على شريط القالب، وتتم هذه العملية بشكل متصل ويزداد طول شريط DNA النامي تدريجيًا. **(ب) في حالة الشريط (5َ ⟵ 3َ) الأصلي المعاكس:** تقوم إنزيمات البلمرة ببناء قطع صغيرة بشكل غير متصل في اتجاه (5َ ⟵ 3َ) لشريط DNA القالب القديم تاركة ثغرات في الشريط الجديد فبعد أن ينتهي إنزيم البلمرة من بناء قطعة DNA يقوم بالرجوع عكس اتجاهه ليواصل عمله في بناء قطعة جديدة مستقلة وذلك لأن إنزيم البلمرة لا يعمل إلا في الاتجاه 5َ ⟵ 3َ.
الربط	إنزيمات الربط DNA-ligase	تقوم **إنزيمات الربط (DNA - ligase)** بربط قطع DNA الصغيرة المنقطعة التي كونها إنزيم البلمرة أثناء تضاعف الشريط الأصلي المعاكس عن طريق تكون **روابط تساهمية** بين الطرف 3َ للقطعة الجديدة والطرف 5َ للقطعة السابقة لها للحصول على شريط كامل متصل.

ملحوظة:

- **يعمل إنزيم البلمرة في اتجاه واحد فقط وهو من الطرف (5َ) إلى الطرف (3َ) لذلك فإنه:**
  - **يصلح لبناء الشريط المكمل للشريط القالب (3َ ⟵ 5َ) بمفرده.**
  - **لا يصلح لبناء الشريط المكمل للشريط المعاكس (5َ ⟵ 3َ) إلا بمساعدة إنزيمات الربط.**

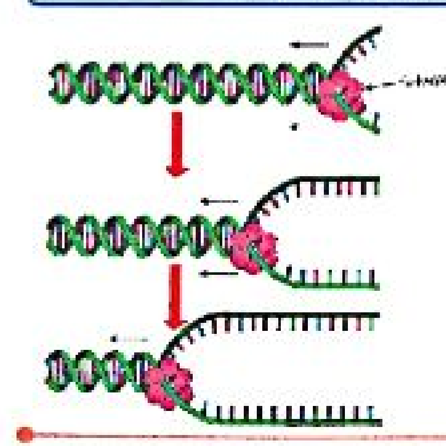


دور الإنزيمات في تضاعف DNA

استنتاجات

- **تبدأ إنزيمات البلمرة عملها مباشرة بعد فصل جزء صغير من DNA بواسطة إنزيمات اللولب ولا تنتظر حتى يتم فصل الشريطين بالكامل.**
- **تعمل إنزيمات اللولب على كسر الروابط الهيدروجينية بين القواعد النيتروجينية المتكاملة.**
- **تعمل إنزيمات البلمرة على تكوين روابط تساهمية بين النيوكليوتيدات النامية والتي بدورها تكون روابط هيدروجينية بشكل تلقائي بين أزواج القواعد النيتروجينية المتكاملة.**
- **تعمل إنزيمات الربط على تكوين روابط تساهمية فقط بين النيوكليوتيدات المتتالية.**
- **أول نيوكليوتيدة يضيفها إنزيم البلمرة تحتوي على مجموعة فوسفات حرة طليقة عند النهاية 5َ.**
- **تحدث عملية تضاعف DNA في الطور البيني قبيل انقسام الخلية سواء ميوزيًا أو ميتوزيًا.**
- **تتم عملية التضاعف لكل نيوكليوتيدات الشريط للحفاظ على ثبات المعلومات الوراثية بين الأجيال المتلاحقة.**

أداء ذاتي

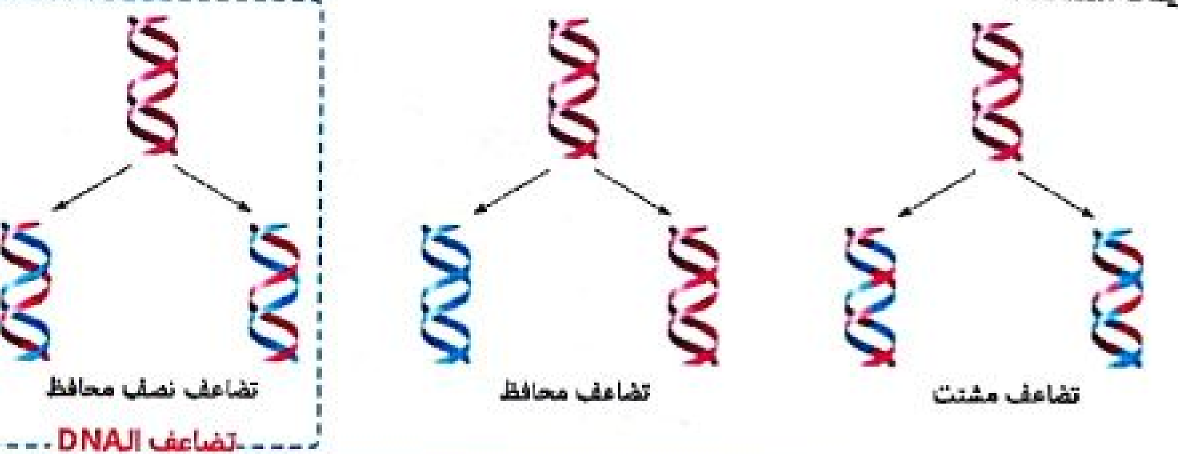


٣ ما الإنزيم المشار إليه بالرمز (س) ؟ ....

Ⓐ إنزيم بلمرة RNA
Ⓑ إنزيم اللولب
Ⓒ إنزيم بلمرة DNA
Ⓓ إنزيم الربط

أضف إلى معلوماتك

- تعرف الآلية التي يتضاعف بها DNA بـ "التضاعف نصف المحافظ "semi-conservative division"؛ لأن كل لولب جديد ناتج من عملية التضاعف يتكون من شريطين أحدهما من اللولب الأصل (القالب) والآخر تم تكوينه ليتكامل معه عن طريق إنزيمات التضاعف.



مكان حدوث عملية تضاعف DNA: يختلف حسب نوع الكائن الحي كالتالي:

	أوليات النواة	حقيقيات النواة
التواجد	يوجد DNA في السيتوبلازم غير محاط بغشاء نووي.	يوجد DNA داخل النواة محاط بغشاء نووي.
الشكل	يوجد في شكل لولب مزدوج تلتحم نهايتاه مع بعضهما البعض ويتصل مع الغشاء البلازمي عند نقطة ما يبدأ عندها تضاعف جزيء DNA.	يوجد في صورة صبغيات يحتوي كل صبغي على جزيء واحد من DNA يمتد من أحد طرفيه إلى الطرف الأخر.
التضاعف	تبدأ عملية تضاعف DNA عند نقطة اتصاله مع الغشاء البلازمي للخلية.	تبدأ عملية تضاعف DNA من عند أي نقطة على امتداد جزيء DNA في الصبغي.
الشكل التوضيحي	DNA الأصلي، الشريط القالب، الشريط المكمل	DNA الأصلي، الشريط القالب، الشريط المكمل

أضف إلى معلوماتك

- قد يكون الكروموسوم (الصبغي) أحادي الكروماتيد أو ثنائي الكروماتيد حسب الطور الانقسامي للخلية.
- يحتوي كل صبغي (كروموسوم مفرد أحادي الكروماتيد) على جزيء واحد من DNA، يمتد من أحد طرفيه إلى الطرف الآخر.
- تتضاعف كمية المادة الوراثية (DNA) في الطور البيني (التحضيري) قبيل انقسام الخلية (ميوزي أو ميتوزي) حتى تحتفظ الخلايا الجديدة الناتجة عن الانقسام بنفس الخصائص الوراثية.
- جدول يوضح العلاقة بين عدد الكروموسومات وعدد جزيئات DNA في الخلايا المختلفة للإنسان.

	وضع الخلية	عدد الكروموسومات	عدد الكروماتيد	عدد جزيئات DNA	عدد المجموعات الصبغية	مثال
الانقسام الميتوزي	في الوضع غير الانقسامي	٤٦	٤٦	٤٦	٢ن	
	في الطور البيني قبيل الانقسام	٤٦	٩٢	٩٢	٢ن	—
	بعد الانقسام	٤٦	٤٦	٤٦	٢ن	الجلد، الشعر.
الانقسام الميوزي	في الطور البيني قبيل الانقسام	٤٦	٩٢	٩٢	٢ن	—
	بعد الانقسام الميوزي الأول	٢٣	٤٦	٤٦	ن	خلية منوية ثانوية، خلية بيضية ثانوية، الجسم القطبي الأول.
	بعد الانقسام الميوزي الثاني	٢٣	٢٣	٢٣	ن	الطلائع المنوية، الحيوانات المنوية، البويضات، الأجسام القطبية النهائية.

أداء ذاتي

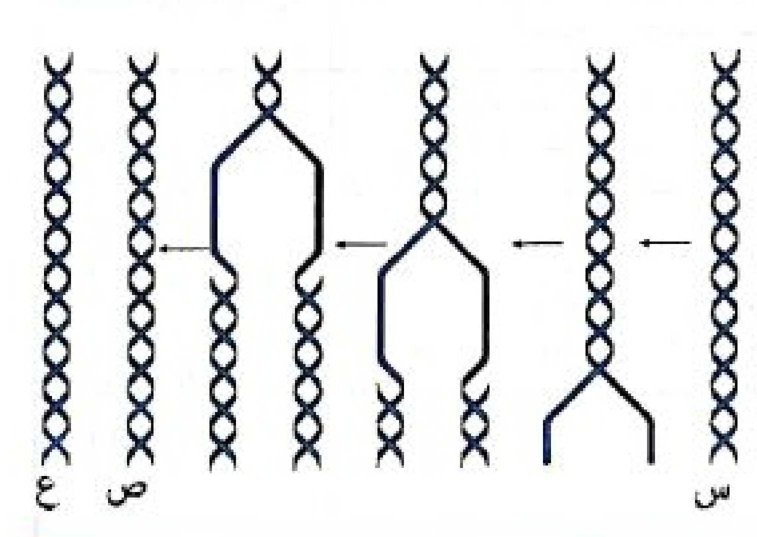
4 أي البدائل التالية صحيحة ؟ ....

(أ) يتكون الجزيء (ص) من شريطين أحدهما من الجزيء (س) والآخر من الجزيء (ع)

(ب) يتكون الجزيء (ع) من شريطين أحدهما من الجزيء (ص) والآخر من الجزيء (س)

(ج) يتكون كل من الجزيء (ص) والجزيء (ع) من شريطين أحدهما من الجزيء (س)

(د) يحمل الجزيء (ص) نصف المعلومات الوراثية الموجودة في الجزيء (س)



إصلاح عيوب DNA

⊙ من المعروف أن كل البوليمرات التي توجد في الخلية قد تتعرض لعدة عوامل داخلية أو خارجية تؤثر على بنيتها الأساسية مما يؤدي إلى تلف تركيبها الكيميائي أو الجزيئي **ومن أمثلة هذه المركبات:**

- **النشا:** بوليمر يتكون من وحدات متكررة من الجلوكوز (مونيمر).
- **البروتين:** بوليمر يتكون من وحدات متكررة من الأحماض الأمينية (مونيمرات).
- **الأحماض النووية:** بوليمرات تتكون من وحدات متكررة من النيوكليوتيدات (مونيمرات).

البوليمرات

مركبات طويلة تتكون من وحدات بنائية متكررة (كالنشا، البروتين، الأحماض النووية) تتعرض للتلف باستمرار بسبب حرارة الجسم والبيئة المائية داخل الخلية.

⊙ يعتبر DNA من المركبات البيولوجية المعرضة للتلف حيث تفقد الخلية البشرية يوميًا حوالي ٥٠٠٠ قاعدة بيورينية (أدينين وجوانين) من DNA الموجود بها.

أسباب تلف الأحماض النووية داخل الخلايا:

العامل المؤثر (المسبب)	التأثير	الأمثلة
المركبات الكيميائية	ينتج عنها تغير في شكل أو تركيب القواعد النيتروجينية إلى قواعد أخرى جديدة مما قد يؤدي إلى حدوث طفرات ينتج عنها تشوهات في الأجنة وتلف في الخلايا أو فقد الخلايا لجزء من وظيفتها.	• المعادن الثقيلة كالرصاص والزئبق. • تناول بعض الأدوية والعقاقير الممنوعة أثناء الحمل. • التعرض بكثرة للمبيدات الحشرية.
التعرض للإشعاع لفترات طويلة أو بكميات كبيرة	ينتج عنها تكوين روابط هيدروجينية بين القواعد النيتروجينية المتجاورة (حتى لو كانت غير متكاملة) مما قد يؤدي إلى طفرة في الجينات المسئولة عن انقسام الخلايا وبالتالي زيادة فرص الإصابة بسرطانات الجلد.	• الأشعة فوق البنفسجية الضارة الناتجة من التعرض المستمر للإشعاع. • أشعة إكس المستخدمة في تصوير كسور العظام.
درجات الحرارة العالية	ينتج عنها كسر الروابط الهيدروجينية بين أزواج القواعد النيتروجينية المتكاملة ويعقبها كسر الروابط التساهمية أيضًا.	• التعرض المستمر للشمس في وقت الظهيرة لفترات طويلة. • التعرض المباشر للحرارة العالية كما يحدث في الأفران.
البيئة المائية داخل الخلية	زيادة أو نقص المحتوى المائي داخل الخلايا قد ينتج عنه تلف وضمور في الحمض النووي بفعل الضغط وبالتالي تفقد الخلايا وظائفها الحيوية.	• زيادة الضغط الأسموزي للدم بدرجات كبيرة كما يحدث في حالات الجفاف الشديد أو الحروق. • زيادة المحتوى المائي داخل الخلايا عند شرب كميات كبيرة جدا من الماء (تسمم الماء).

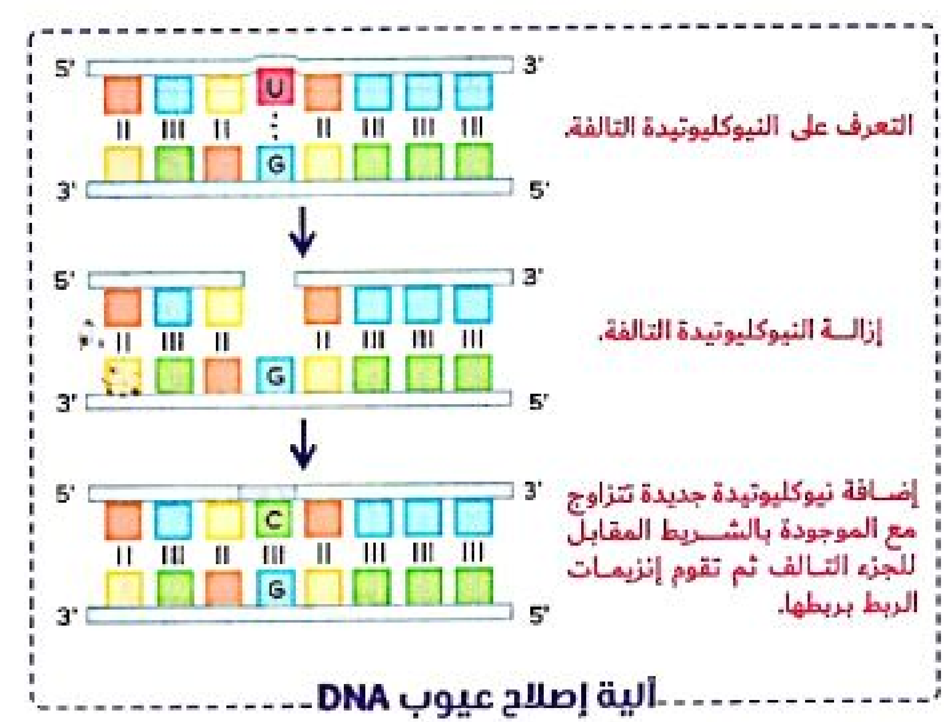
تأثير تلف DNA:

♦ عند تعرض DNA للإشعاع أو المركبات الكيميائية أو الحرارة ... **ماذا يحدث ؟**
يتعرض DNA للتلف، ويحدث تغير في المعلومات الوراثية الموجودة به وبالتالي ينتج عنه تغيرات خطيرة في بروتينات الخلية.

♦ رغم أن هناك آلاف التغيرات التي تحدث لجزيء DNA كل يوم إلا أنه لا يستمر من هذه التغيرات في الخلية سوى تغيرين أو ثلاثة كل عام وتكون لها صفة الدوام ... **علل ؟**
لأن الغالبية العظمي من هذه التغيرات تزال بكفاءة عالية نتيجة نشاط مجموعة من الإنزيمات عددها (٢٠ إنزيمًا) تعمل في تناغم على إصلاح عيوب DNA وهي **إنزيمات الربط (DNA Ligases)**، بينما الذي يستمر من هذه التغيرات في الخلية يكون بسبب حدوث تلف في شريطي DNA في نفس الموقع وفي نفس الوقت.

آلية إصلاح عيوب DNA:

تقوم إنزيمات الربط بالتعرف على المنطقة التالفة في DNA ثم تقوم بإصلاحها وذلك باستبدال النيوكليوتيدة التالفة بنيوكليوتيدة جديدة تتزاوج مع تلك الموجودة بالشريط المقابل للجزء التالف، فيظل تركيب DNA ثابتًا عند انتقاله للأجيال التالية.



آلية إصلاح عيوب DNA

الأساس العلمي لإصلاح عيوب DNA:

يعتمد إصلاح عيوب DNA على وجود نسختين من المعلومات الوراثية واحدة على كل شريط من شريطي اللولب المزدوج فلا بد من وجود شريط من الشريطين دون تلف لتستطيع إنزيمات الربط استخدامه كقالب لإصلاح التلف الموجود على الشريط المقابل، وبالتالي فكل تلف يمكن إصلاحه إلا إذا حدث هذا التلف في الشريطين في نفس الموقع ونفس الوقت.

ملحوظات

- **يعتبر اللولب المزدوج لـDNA حيويًا للثبات الوراثي في الكائنات الحية ...فسر ؟**

حيث يعتمد إصلاح عيوب DNA على وجود نسختين من المعلومات الوراثية واحدة على كل شريط من شريطي اللولب المزدوج فوجود شريط من الشريطين دون تلف يجعل إنزيمات الربط تستخدمه كقالب لإصلاح التلف الموجود على الشريط المقابل، وبالتالي فكل تلف يمكن إصلاحه إلا إذا حدث هذا التلف في الشريطين في نفس الموقع ونفس الوقت، ولذلك يظهر في الفيروسات التي توجد مادتها الوراثية على صورة شريط مفرد من RNA معدل مرتفع من التغير الوراثي الذي ينشأ عن تلف في شريط RNA.

- **يظهر في بعض الفيروسات معدل مرتفع من التغير الوراثي (الطفرات)..**

(أو) طفرات الفيروسات المحتوية على RNA أكثر من تلك المحتوية على DNA ...فسر ؟

لأن المادة الوراثية لبعض الفيروسات توجد على هيئة شريط مفرد من RNA وبالتالي عند حدوث تلف لا يوجد شريط آخر يمكن استخدامه كقالب لإصلاح هذا التلف بواسطة إنزيمات الربط فيستمر مما يؤدي إلى حدوث معدل مرتفع من التغير الوراثي في الصفات وبالتالي يزداد معدل الطفرات.

- ملحوظة:

عند تعرض الفيروس لكمية من الإشعاع ؟

إذا كان الفيروس محتواه الجيني DNA

↓

تلف بعض النيوكليوتيدات..

- **إذا كان التلف على شريط واحد: تنشط إنزيمات الربط لإصلاحه واستبدال النيوكليوتيدة التالفة بأخرى جديدة تتزاوج مع تلك الموجودة على الشريط المقابل للجزء التالف فلا تحدث طفرة.**
- **إذا كان التلف على الشريطين في نفس الموقع ونفس الوقت: لا يمكن إصلاحه فيستمر وتحدث طفرة.**

إذا كان الفيروس محتواه الجيني RNA

↓

تلف بعض النيوكليوتيدات..

لا يمكن لإنزيمات الربط إصلاح هذا التلف لعدم وجود شريط آخر يمكن استخدامه كقالب لإصلاح هذا التلف فيستمر مما يؤدي إلى تغير في الصفات الوراثية وحدوث طفرة.

أداء ذاتي

1 الشكل المقابل يوضح جزيئين DNA في خليتين مختلفتين: الجزيء (س) يتكون من الشريطين (٢)، (٤) والجزيء (ص) يتكون من الشريطين (١)، (٣) عومل كل منهما بإشعاع له شدة معينة نتج عنه تلف في النيوكليوتيدة رقم ٢٣ على كل شريط من الأشرطة الأربعة.
استنتج التغير الذي يطرأ على كل جزيء منهما بعد انتهاء التجربة ....

(أ) تحدث طفرة في كل من الجزيء (س) والجزيء (ص)
(ب) تحدث طفرة في الجزيء (ص) ولا تحدث في الجزيء (س)
(ج) لا تحدث طفرة في كل من الجزيء (س) والجزيء (ص)
(د) تحدث طفرة في الجزيء (س) ولا تحدث في الجزيء (ص)

الفصل 1 الحمض النووي DNA (٢) الدرس 3

التمهيد

- **مقارنة بين أوليات النواة وحقيقيات النواة:**

	أوليات النواة Prokaryotes	حقيقيات النواة Eukaryotes
الحجم	أقل حجمًا.	أكبر حجمًا.
عدد الخلايا	وحيدة الخلية غالبًا.	عديدة الخلايا غالبًا.
النواة	لا تحاط المادة الوراثية بغشاء نووي يفصلها عن السيتوبلازم.	تحاط المادة الوراثية بغشاء نووي يفصلها عن السيتوبلازم.
عدد الكروموسومات	كروموسوم واحد (غير حقيقي).	أكثر من كروموسوم (تنتظم في صورة أزواج).
العضيات الغشائية (مثل الميتوكوندريا)	لا توجد.	توجد.
العضيات غير الغشائية (مثل الريبوسومات)	توجد وتكون أقل حجمًا.	توجد وتكون أكبر حجمًا.
طريقة التكاثر السائدة	الانشطار الثنائي البسيط.	تتكاثر لاجنسيًا أو جنسيًا باختلاف نوع الكائن الحي.
تضاعف DNA	تبدأ عملية تضاعف DNA عند نقطة اتصاله مع الغشاء البلازمي للخلية.	تبدأ عملية تضاعف DNA من عند أي نقطة على امتداد جزيء DNA في الصبغي.
اتصال المادة الوراثية بالغشاء البلازمي	تتصل بالغشاء البلازمي عند نقطة أو أكثر.	لا تتصل بالغشاء البلازمي.
مثال	البكتيريا	خلايا الإنسان

الشرح

أولاً DNA في أوليات النواة

أوليات النواة

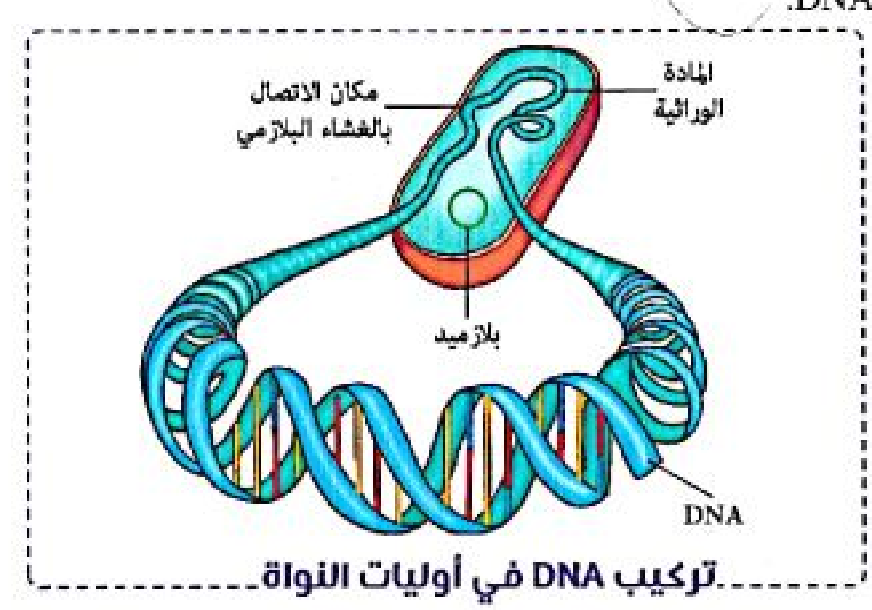
كائنات حية لا تحاط فيها المادة الوراثية بغشاء نووي يفصلها عن السيتوبلازم مثل البكتيريا.

خصائص المادة الوراثية في أوليات النواة (البكتيريا):

وقد استطاع العلماء عزل المادة الوراثية الخاصة بالبكتيريا من خلال تجارب عديدة أجريت على نوع من البكتيريا التي تقطن في أمعاء الإنسان (بكتيريا نافعة غير ضارة) تسمى **إيشيريشيا كولاي (E.coli)** نستنتج منها ما يلي:

1. توجد المادة الوراثية DNA حرة في السيتوبلازم غير محاطة بغشاء نووي ولا تنتظم في صورة صبغيات حقيقية كما في حقيقيات النواة.
2. يلتف جزئ DNA حول نفسه على شكل لولب مزدوج تلتحم نهايتاه معاً سواء أثناء انقسام الخلية البكتيرية أو في الوضع الطبيعي غير الانقسامي للخلية البكتيرية.
3. يصل طول DNA (بعد فرده في خط مستقيم إن أمكن) إلى حوالي ١,٤ مم (١٤٠٠ ميكرون) بينما يصل طول الخلية البكتيرية نفسها إلى حوالي ٢ ميكرون.
4. يلتف جزئ DNA حول نفسه (غير معقد بالبروتين) عدة مرات ليحتل منطقة نووية طولها ٠,٢ ميكرون (أي ما يعادل ٠,١ من طول الخلية البكتيرية).
5. يتصل DNA بالغشاء البلازمي للخلية البكتيرية في موقع أو أكثر يبدأ عندها تضاعف DNA.

صورة DNA بالمجهر الإلكتروني في أوليات النواة



تركيب DNA في أوليات النواة



تحتوي بعض أنواع البكتريا على تراكيب إضافية تحتوي على DNA تعرف بـ«**البلازميدات Plasmids**».

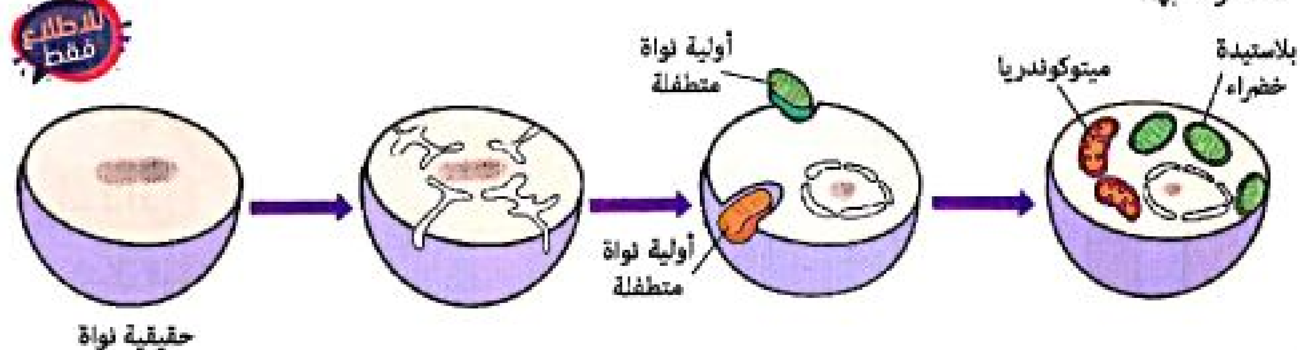
البلازميدات

مكان الوجود	1 توجد في بعض أوليات النواة. 2 توجد في بعض حقيقيات النواة مثل فطر الخميرة وبعض النباتات الراقية.
التركيب	جزيئات دائرية تتكون بشكل أساسي من DNA ولا تتعقد بالبروتينات.
الحجم	أصغر حجماً من DNA الرئيسي وتحتوي على كمية أقل من الجينات.
الأهمية بالنسبة لأوليات النواة	تحتوي على جينات مسئولة عن صفات غير مهمة للحياة اليومية (لا تؤثر على الوظائف الأساسية كالنمو والتكاثر) ولكنها تكسب البكتيريا صفات معينة كقدرتها على مقاومة المضادات الحيوية.
الأهمية في تطبيقات الهندسة الوراثية	تستخدم على نطاق واسع في الهندسة الوراثية، حيث تتضاعف البلازميدات في نفس الوقت الذي تتضاعف فيه الخلايا البكتيرية لـDNA الرئيسي بها ويستغل العلماء هذا التضاعف بإدخال بلازميدات صناعية إلى داخل الخلايا البكتيرية بهدف الحصول على نسخ كثيرة من هذه البلازميدات.
الشكل التوضيحي	DNA البكتيري — بلازميدات

ملحوظة

- **يوجد داخل بعض العضيات الخلوية الخاصة بخلايا حقيقيات النواة جزيئات DNA تشبه تلك الموجودة في خلايا أوليات النواة (أي أنها لا تنتظم في صورة صبغيات) مثل:**
  - **البلاستيدات الخضراء (في الخلايا النباتية فقط) المسئولة عن عملية البناء الضوئي.**
  - **الميتوكوندريا (في كل من الخلايا النباتية والخلايا الحيوانية) المسئولة عن عملية التنفس الخلوي وتوليد الطاقة.**

لذا يعتقد أن الميتوكوندريا والبلاستيدات الخضراء نشأت كأوليات نواة متطفلة داخل خلايا حقيقيات النواة ثم استقرت بها.



نظرية تطفل الميتوكوندريا والبلاستيدات على حقيقيات النواة

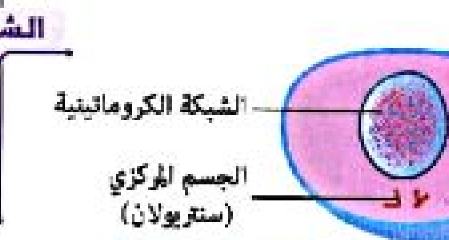
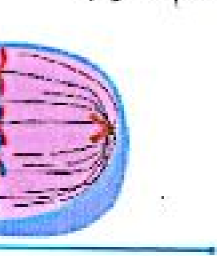
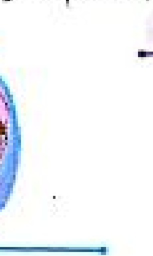
ثانيًا DNA في حقيقيات النواة

حقيقيات النواة

كائنات حية تختلط فيها المادة الوراثية بغشاء نووي يفصلها عن السيتوبلازم مثل الإنسان.

خصائص المادة الوراثية في حقيقيات النواة (الإنسان):

1 يختلف شكل المادة الوراثية حسب وضع الخلية كالتالي:

	في الوضع الطبيعي (غير الانقسامي)	في الوضع الانقسامي للخلية
التوضيح	تتواجد المادة الوراثية في صورة شبكة متداخلة من الحمض النووي DNA ومجموعات مختلفة من البروتينات تعرف مجتمعة بـ«الكروماتين».	تنتظم المادة الوراثية في صورة أجسام عصوية يمكن رؤيتها تحت الميكروسكوب بعد صبغها بصبغة خاصة في صورة أجسام ملونة تعرف بـ**الكروموسومات أو الصبغيات**، وتكون أكثر وضوحًا في الطور الاستوائي أثناء انقسام الخلية.
الشكل		  

الكروماتين

جزيء واحد من DNA يلتف ويطوي عدة مرات مرتبطًا بالعديد من البروتينات ويحتوي عادةً على كميات متساوية من DNA والبروتين.

2 تحتوي كل خلية جسدية في الإنسان على ٤٦ صبغي.

3 يدخل في تركيب الصبغي الواحد جزيء واحد من DNA يمتد من أحد طرفيه إلى الطرف الآخر ولا يتصل بالغشاء البلازمي للخلية ويسمى عندئذ بالكروموسوم أحادي الكروماتيد.

4 يرتبط DNA بمجموعات متنوعة من البروتينات الهستونية والبروتينات غير الهستونية ليظهر الكروموسوم بشكله النهائي.

أداء ذاتي

1 من الشكل المقابل نستنتج أن ....

(أ) البكتيريا تعتمد على الانشطار الثنائي في إتمام التكاثر

(ب) البلازميد يتضاعف أثناء تضاعف الحمض النووي الأساسي

(ج) بعض الصفات الوراثية قد تنتقل من بكتيريا لأخرى بواسطة البلازميد

(د) جميع سلالات البكتيريا لابد أن تحتوي على بلازميدات

بكتيريا (س) — بكتيريا (ص) — البلازميد — الحمض النووي الأساسي



البروتينات التي تدخل في تركيب الصبغي

	البروتينات الهستونية	البروتينات غير الهستونية
المفهوم	مجموعة محددة من البروتينات التركيبية الصغيرة توجد في كروماتين الخلية بكميات ضخمة، وتحتوي على قدر كبير من الحمضين الأمينين القاعدين الأرجينين والليسين.	مجموعة غير متجانسة من البروتينات التركيبية والتنظيمية تدخل في تركيب الكروماتين.
النوع	تركيبية فقط (تدخل في تركيب الكروموسوم).	تركيبية وتنظيمية (تدخل في تركيب ووظيفة الكروموسوم).
الكمية	أكبر نسبيًا.	أقل نسبيًا.
الأهمية البيولوجية	♦ ترتبط بقوة بمجموعات الفوسفات السالبة الموجودة في جزيء DNA، وذلك لأن مجموعة الألكيل الجانبية للحمضين الأمينين (الأرجينين والليسين) تحمل شحنات موجبة عند الأس الهيدروجيني (pH) العادي للخلية. ♦ مسئولة عن تقصير جزيء DNA عشر مرات عن طريق تكوين حلقات من النيوكليوسومات.	1 **البروتينات التركيبية:** تلعب دورًا رئيسًا في التنظيم الفراغي لجزيء DNA داخل النواة كما أنها مسئولة عن تقصير جزيء DNA حوالي ١٠٠٠٠٠ مرة عن طريق تكوين الكروماتين المكثف. 2 **البروتينات التنظيمية:** تحدد ما إذا كانت شفرة DNA (DNA Code) ستستخدم في بناء RNA والبروتينات والإنزيمات أم لا.
تكثيف DNA	مسئولة عن تقصير DNA في المراحل الأولى من عملية تكثيف DNA.	مسئولة عن تقصير DNA في المراحل الأخيرة من عملية تكثيف DNA

أداء ذاتي

2 الشكل المقابل:

(١) أي البدائل التالية تمثل الجزيئات المشار إليها بالرموز (ص) ، (س) ؟

	ص	س
(أ)	DNA	بروتينات هستونية تنظيمية
(ب)	RNA	بروتينات هستونية تركيبية
(ج)	DNA	بروتينات هستونية تركيبية
(د)	بروتينات غير هستونية تركيبية	بروتينات هستونية تركيبية

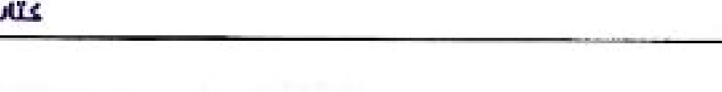
(٢) أي البدائل التالية تفسر الارتباط المحكم بين DNA والبروتينات الهستونية في الكروماتين ؟

(أ) وجود قوى تجاذب بين البروتينات سالبة الشحنة و DNA موجب الشحنة

(ب) وجود قوى جذب فان درفال بين DNA والبروتينات متعادلة الشحنة

(ج) قوة الروابط الهيدروجينية بين المجموعات الطرفية في DNA والبروتينات

(د) وجود قوى تجاذب بين البروتينات موجبة الشحنة و DNA سالب الشحنة

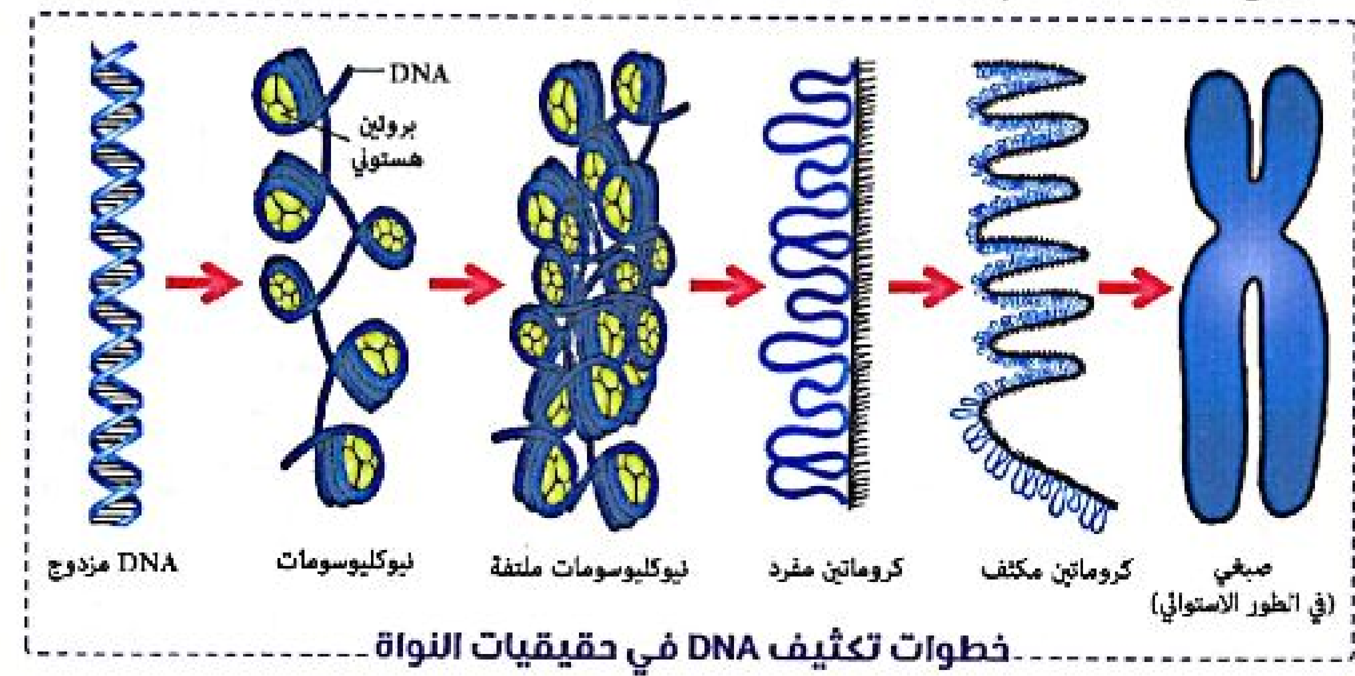


تكثيف DNA

إذا تصورنا أنه يمكن فك اللولب المزدوج لجزيء DNA في كل صبغي ووضع هذه الجزيئات على امتداد بعضها البعض لوصل طولها ٢ متر لذا تقوم الهستونات وغيرها من البروتينات بمسئولية تكثيف (ضم) الجزيئات الطويلة لتقع في حيز نواة الخلية التي يتراوح قطرها من ٢ : ٣ ميكرون.

خطوات تكثيف DNA:

لقد أوضح التحليل البيوكيميائي وصور المجهر الإلكتروني أن جزيء DNA يتكاثف كالآتي:



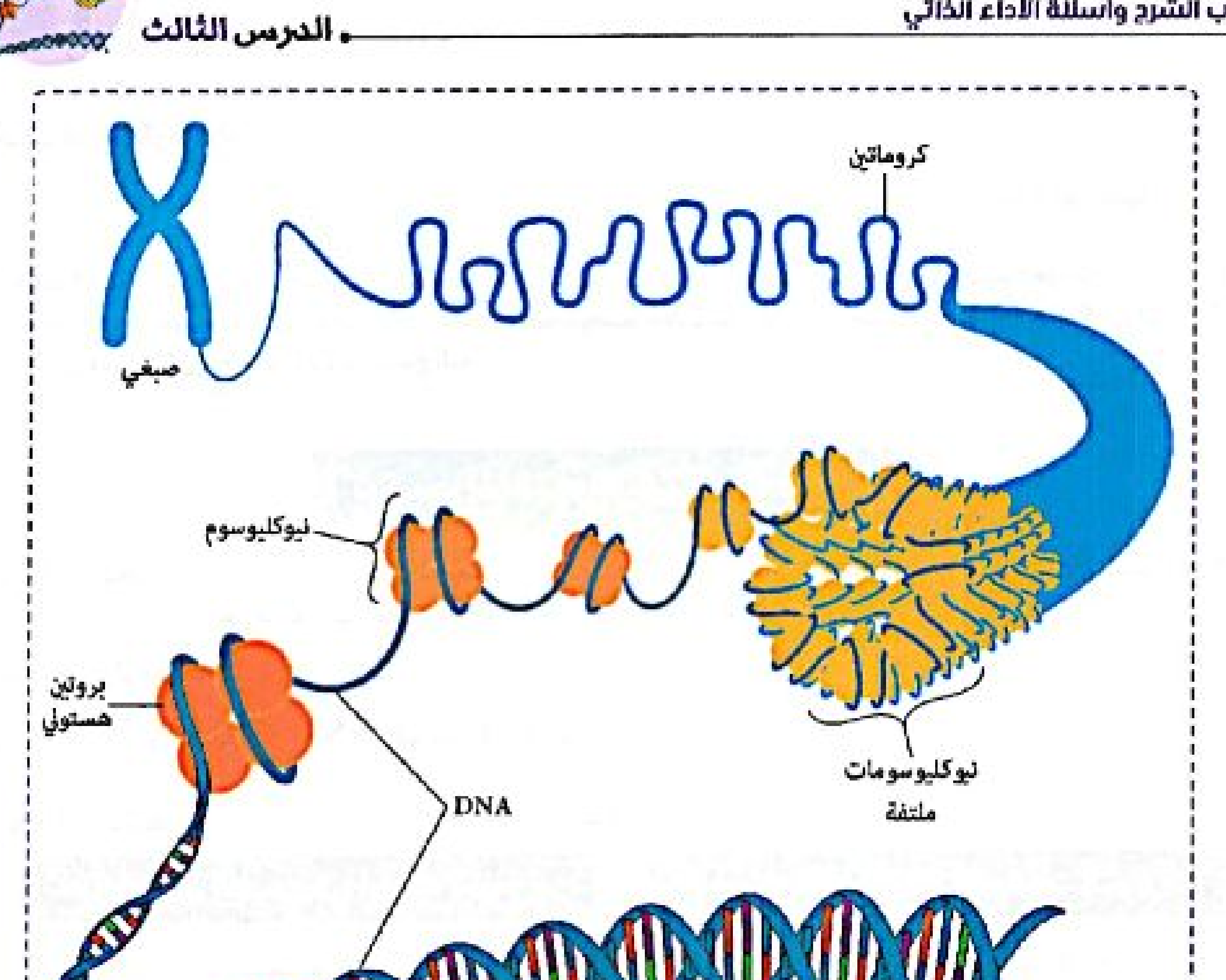
خطوات تكثيف DNA في حقيقيات النواة

1. يلتف جزيء DNA حول مجموعات من البروتينات الهستونية مكونًا حلقات من النيوكليوسومات، مما يؤدي إلى تقصير طول جزيء DNA عشر مرات ولكن لا بد أن يقصر DNA ١٠٠٠٠٠٠ مرة حتى تستوعبه النواة.

النيوكليوسومات

حلقات في الصبغي تتكون من التفاف جزيء DNA حول مجموعة من البروتينات الهستونية، وذلك لتقصير طول جزيء DNA عشر مرات.

2. تلتف حلقات النيوكليوسومات مرة أخرى لتنضم مع بعضها البعض ولكن هذا أيضًا لا يكفي لتقصير جزيء DNA إلى الطول المطلوب.
3. ترتب أشرطة النيوكليوسومات الملتفة بشدة على شكل حلقة كبيرة بواسطة البروتينات التركيبية غير الهستونية مكونة بذلك الكروماتين المكثف (الملتف والمكدس).



خطوات تكثيف DNA في حقيقيات النواة

ملحوظة

- **يتعين فك التفاف أو تكدس جزيء DNA قبل أن يعمل كقالب لبناء DNA أو RNA؛ لوجود بروتينات غير هستونية تركيبية تعمل على التفاف وتكدس جزيء DNA في صورة كروماتين مكثف لا تصله الإنزيمات الخاصة لتضاعفه فيلزم فك هذا الالتفاف أو التكدس على الأقل إلى مستوى شريط مفرد من النيوكليوسومات لضمان وصول إنزيمات التضاعف إليه.**

استنتاجات

- **توجد النيوكليوسومات في خلايا حقيقيات النواة مثل الأميبا، بينما لا توجد النيوكليوسومات في خلايا أوليات النواة مثل البكتيريا.**
- **توجد البلازميدات في خلايا أوليات النواة مثل البكتيريا، بينما لا توجد البلازميدات في خلايا حقيقيات النواة ماعدا خلايا فطر الخميرة.**
- **لا تستطيع إنزيمات التضاعف والنسخ التعرف على DNA والعمل عليه عندما يكون في صورة كروموسوم أو كروماتين، بينما تستطيع هذه الإنزيمات التعرف على DNA عندما يكون في صورة نيوكليوسومات مفردة أو لولب مزدوج.**

أضف إلى معلوماتك

- عمليتا فك وتكثيف DNA تخضعان لسيطرة بعض الإنزيمات والبروتينات التنظيمية حسب حاجة الخلية ووظيفتها.

مثال:
خلايا الغدة الدرقية المسئولة عن إفراز هرمون الثيروكسين يتم فيها فك التفاف DNA عند مواضع الجينات المسئولة عن تكوين الثيروكسين بشكل دوري، بينما يتم فيها تكثيف وضم DNA عند مواضع الجينات المسئولة عن تكوين الإنسولين بشكل مستمر كي لا تصل إنزيمات النسخ إليه.

تركيب المحتوى الجيني Genome

توصل الباحثون عام ١٩٧٧م إلى طريقة يمكن بها تحديد تتابعات النيوكليوتيدات في جزيئات DNA، RNA مما أدى إلى معرفة ترتيب الجينات داخل جزيئات DNA في الخلية.

المحتوى الجيني

كل الجينات وبالتالي كل DNA الموجود في الخلية.

درجة النشاط الجيني: تختلف من كائن حي لآخر كالتالي:

المحتوى الجيني في أوليات النواة	المحتوى الجيني في حقيقيات النواة
تمثل الجينات المسئولة عن بناء RNA والبروتينات معظم المحتوى الجيني.	أقل من ٧٠٪ من الجينات مسئولة عن بناء RNA والبروتينات وباقي الجينات غير معلومة الوظيفة.

أمثلة على الجينات:

1. تتابع النيوكليوتيدات المسئولة عن بناء المركبات البروتينية عن طريق نسخ (mRNA).
2. تتابع النيوكليوتيدات التي ينسخ منها جزيئات RNA الريبوسومي (rRNA) الذي يدخل في بناء الريبوسومات.
3. تتابع النيوكليوتيدات التي ينسخ منها جزيئات RNA الناقل (tRNA) الذي يحمل الأحماض الأمينية أثناء بناء البروتين.

التكرار: توجد معظم جينات المحتوى الجيني للخلية بنسخة واحدة عادة إلا أن بعض التتابعات يوجد منها نسخ مكررة، مثل:

1. الجينات الخاصة ببناء RNA الريبوسومي والهستونات التي تحتاجها الخلية بكميات كبيرة حيث وجد أن العديد من نسخ هذه الجينات تعمل على سرعة إنتاج الخلية للريبوسومات والهستونات، ولذلك يوجد منها مئات النسخ في كل خلايا حقيقيات النواة.
2. بعض تتابعات النيوكليوتيدات القصير (A – G – A – A – G) في الدروسوفيلا (ذبابة الفاكهة) والذي يتكرر حوالي (١٠٠,٠٠٠ مرة) في منتصف أحد الصبغيات وهذا التتابع وغيره من التتابعات لا يمثل أي شفرة (وظيفته غير معروفة).

النسخ والترجمة :

- **بعض الجينات لها شفرة على DNA ويتم ترجمتها إلى بروتينات تركيبية أو وظيفية.**

مثل: جينات تصنيع بروتين الكولاجين أو هرمون الأنسولين.

- **بعض الجينات ليس لها شفرة على DNA وبالتالي لا يتم ترجمتها إلى بروتينات.**

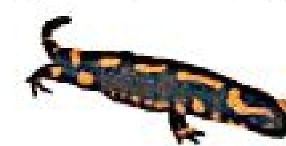
مثل:
- الحبيبات الطرفية الموجودة عند أطراف بعض الصبغيات.
- كمية كبيرة من DNA في المحتوى الجيني لحقيقيات النواة مثل النبات والحيوان.

الوظيفة:
- يعتقد أنه يعمل على احتفاظ الصبغيات بتركيبها.
- تمثل إشارات للمناطق التي يجب أن يبدأ عندها بناء RNA الرسول (mRNA) وتعتبر هذه المناطق هامة في بناء البروتين وتسمى بـ«**المحفز**».

ملحوظة

- ليست هناك علاقة بين كمية DNA الموجودة في المحتوى الجيني ومقدار تعقد الكائن الحي..
(أو) لا تتوقف كمية البروتين على كمية DNA في الخلايا ... **فسر؟**

حيث لاحظ العلماء حتى قبل دراسة تتابعات النيوكليوتيدات في DNA أن كمية صغيرة فقط من DNA في كل من النبات والحيوان هي التي تحمل شفرة بناء البروتينات فمثلا حيوان السلمندر يوجد به أكبر محتوى جيني حيث تحتوي خلاياه على كمية DNA تعادل ٣٠ مرة قدر كمية DNA الموجودة في الخلايا البشرية ومع ذلك تنتج خلاياه كمية أقل من البروتين وذلك لوجود كمية كبيرة من DNA به لا تمثل شفرة.

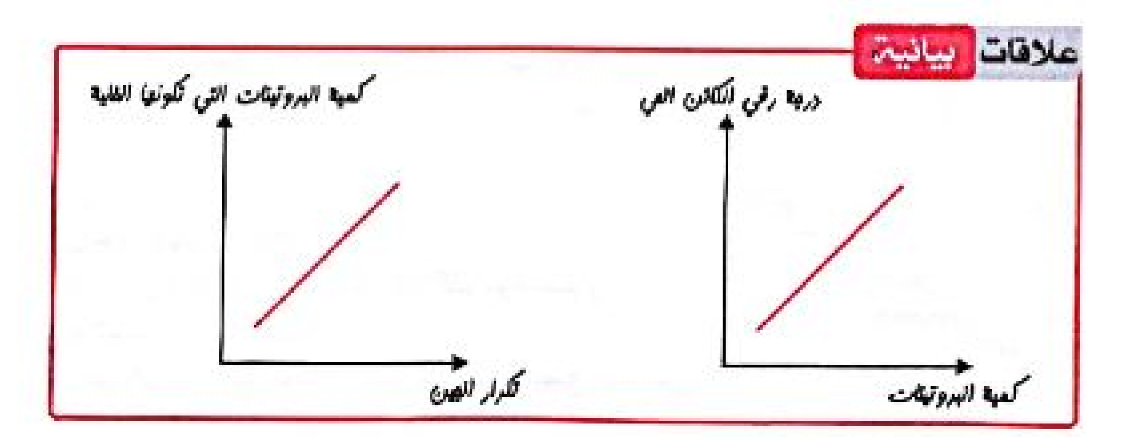


حيوان السلمندر

أضف إلى معلوماتك

- الحبيبات الطرفية الموجودة في أطراف الصبغيات تحمي الصبغيات من التحلل بواسطة الإنزيمات الهاضمة أثناء تضاعف DNA.

علاقات بيانية



استنتاجات

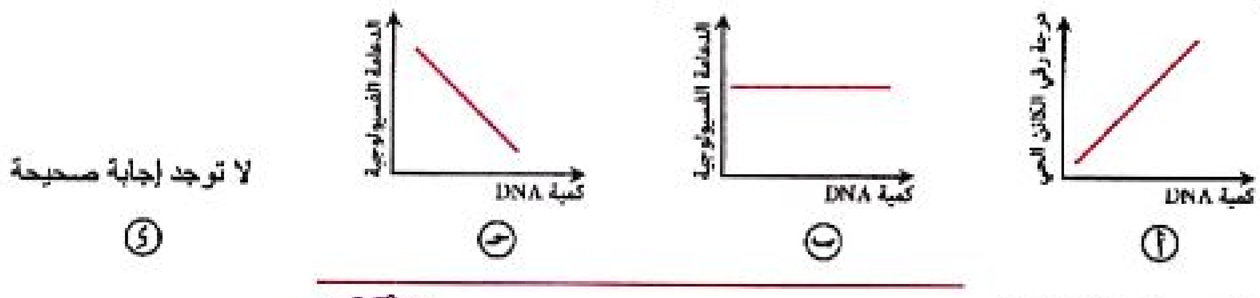
الإنسان	• قطر نواة الخلية في الإنسان يتراوح بين (٢ : ٣) ميكرون. • طول جزيء DNA في الخلايا الجسدية للإنسان إذا تم فك اللولب المزدوج ووضع جزيئاته على امتداد بعضها البعض حوالي ٢ متر. • طول جزيء DNA في حيوان منوي واحد إذا تم فك اللولب المزدوج ووضع جزيئاته على امتداد بعضها البعض حوالي ١ متر.
حيوان السلمندر	• عدد جزيئات DNA في الخلايا الجسدية لحيوان السلمندر= ٣٠ × ٤٦= ١٣٨٠ جزيء. • طول جزيئات DNA في الخلية الجسدية الواحدة لحيوان السلمندر إذا تم فك اللولب المزدوج ووضع جزيئاته على امتداد بعضها البعض= ٦٠ متر. • طول جزيئات DNA في حيوان منوي واحد لحيوان السلمندر إذا تم فك اللولب المزدوج ووضع جزيئاته على امتداد بعضها البعض= حوالي ٣٠ متر.
بكتيريا إيشيريشيا كولاي	• طول المنطقة النووية في بكتيريا إيشيريشيا كولاي ٠,١ من حجم الخلية البكتيرية. • طول جزيء DNA في بكتيريا إيشيريشيا كولاي إن أمكن فرده حوالي ١,٤ مم. • طول الخلية البكتيرية نفسها يصل إلى حوالي ٢ ميكرون.

أداء ذاتي

٣ عند أي مستوى من مراحل تكثيف DNA تستطيع إنزيمات النسخ الارتباط بجين الكالسيتونين في أنوية خلايا الغدة الدرقية؟

(أ) لولب مزدوج (ب) نيوكليوسومات مزدوجة (ج) نيوكليوسومات مفردة (د) الأولى والثالثة

٤ أي الأشكال البيانية التالية تمثل العلاقة بين كمية DNA في المحتوى الجيني ودرجة رقي الكائن الحي ؟ ....



٥ نستنتج من الشكل المقابل أن ....

(أ) كل نيوكليوسوم يتكون من جزيئين DNA

(ب) عدد جزيئات الهستونات التي تدخل في تركيب لب النيوكليوسوم يساوي ٨

(ج) الارتباط بين DNA والهستونات التركيبية ضعيف

(د) DNA يوجد في لب النيوكليوسوم بينما توجد الهستونات علي السطح الخارجي

نيوكليوسوم





الطفرات Mutations

الطفرات

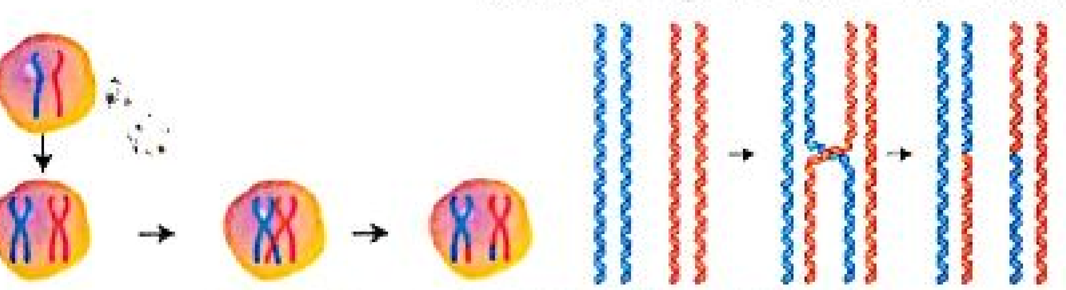
تغيرات مفاجئة في طبيعة العوامل الوراثية التي تتحكم في صفات معينة مما يؤدي إلى تغير هذه الصفات في الكائن الحي.

أسباب الحدوث:

1. تغير تركيب العامل الوراثي (الجين).
2. تأثيرات البيئة المحيطة.
3. تغير عدد الصبغيات أثناء الانقسام.

ملحوظات

- بعض عوامل البيئة المحيطة قد تغير من صفات الكائن الحي ومع ذلك لا تعتبر طفرة؛ لأنه لم يصاحبها تغير في تركيب العوامل الوراثية (الجينات) مثل ظهور السمنة نتيجة الإفراط في الأكل وقلة الحركة والنشاط.
- قد يطرأ على تركيب الصبغي بعض التغيرات التي لا تعتبر طفرة، مثل:
  - انعزال الجينات أثناء الانقسام الميوزي للمناسل ويظهر ذلك بوضوح في الجينات السائدة الهجينة.
  - انفصال الجينات وإعادة اتحادها أثناء عملية العبور (الانقسام الميوزي) حيث تتبادل بعض الجينات بين الكروموسومات المتماثلة مما يضمن تنوع الصفات الوراثية.



ظاهرة العبور أثناء الانقسام الميوزي للمناسل

تصنيف الطفرات

أولاً تبعًا لتوارثها

١ طفرة حقيقية

تتوارث على مدى الأجيال المتتالية وتظهر في النسل مثل سلالة أنكن وظاهرة التحول البكتيري.

٢ طفرة غير حقيقية

لا تتوارث على مدى الأجيال المتتالية ولا تظهر في النسل مثل كلاينفلتر.

ثانيًا تبعًا لأهمية الطفرة

	طفرات مرغوب فيها	طفرات غير مرغوب فيها
الشيوع	نادرة الحدوث لدرجة أن الإنسان يحاول استحداثها بالطرق العلمية المختلفة ليستفيد منها.	تمثل أغلب الطفرات.
الأمثلة	• الطفرة التي حدثت في قطيع أغنام كان يمتلكه فلاح أمريكي حيث لاحظ ظهور خروف في قطيعه له أرجل قصيرة ومقوسة واعتبرها الفلاح صفة نافعة حيث لم يستطع الخروف تسلق سور الحظيرة وإتلاف النباتات المزروعة فاهتم بها حتى نشأت عنها سلالة كاملة تعرف باسم «أنكن Ancon». • الطفرات التي أدت إلى زيادة إنتاج المحاصيل النباتية.	• بعض التشوهات الخلقية في الإنسان. • العقم في النباتات والذي يصاحبه نقص في إنتاج المحصول.

ثالثًا تبعًا لنوع الطفرة

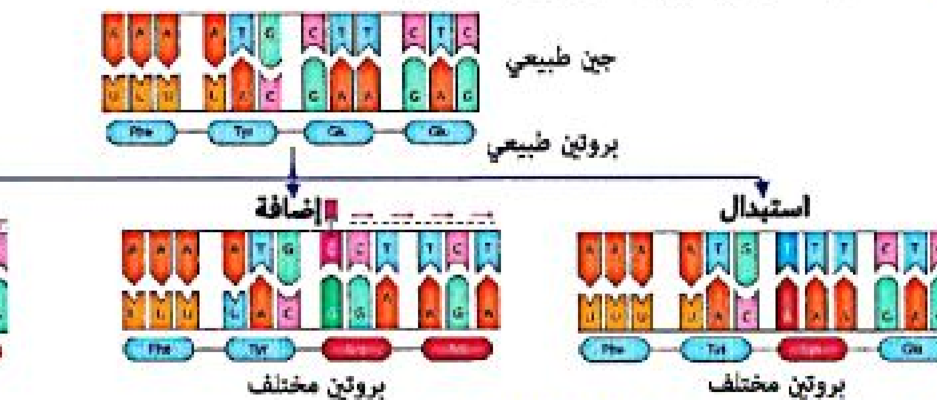
١ الطفرات الجينية

جين طبيعي
جين متحور
بروتين طبيعي
بروتين غير طبيعي
أو
لا ينتج بروتينًا

سبب حدوثها: تغير كيميائي في تركيب الجين خاصة نتيجة تغيير ترتيب القواعد النيتروجينية في جزيء DNA.

آلية الحدوث: تنشأ الطفرات الجينية نتيجة:

- استبدال النيوكليوتيدة بأخرى من نوع مختلف.
- إضافة نيوكليوتيدة جديدة إلى تركيب الجين.
- حذف أو نقص نيوكليوتيدة من تركيب الجين.



النتائج المترتبة على الطفرات الجينية:

1. يؤدي إلى تكوين بروتين مختلف يعمل على ظهور صفة جديدة، مثل حدوث طفرة في الجين المسئول عن تكوين الأنسولين في خلايا بيتا بالبنكرياس ينتج عنه عدم تكون الأنسولين وبالتالي الإصابة بمرض البول السكري.
2. قد يصاحب التغير في التركيب الكيميائي للجين تحوله من جين سائد إلى متنحٍ وقد يحدث العكس في حالات نادرة.



٢ الطفرات الصبغية

سبب حدوثها: التغير في أعداد أو تركيب الصبغيات.

صوره:

١ التغير في عدد الصبغيات

نقص أو زيادة صبغي واحد أو أكثر في الأمشاج بعد الانقسام الميوزي.

أمثلة:

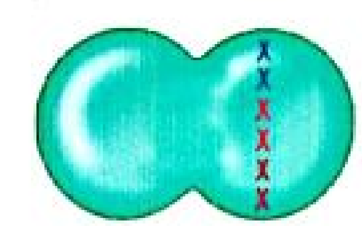
١- متلازمة كلاينفلتر. ٢- متلازمة تيرنر. ٣- التضاعف الصبغي.

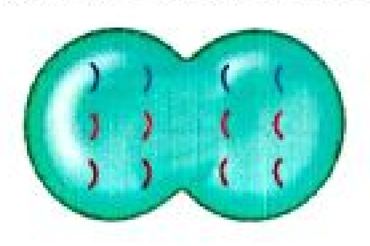
	متلازمة كلاينفلتر	متلازمة تيرنر
التركيب الوراثي	XXY + ٤٤	X + ٤٤
الجنس	ذكر بسبب وجود الصبغي Y.	أنثى بسبب غياب الصبغي Y.
آلية حدوث الطفرة	زيادة صبغي جنسي واحد X في الأمشاج أثناء الانقسام الميوزي.	نقص صبغي جنسي واحد X في الأمشاج أثناء الانقسام الميوزي.
توارث الطفرة	طفرة صبغية غير حقيقية (ذكر عقيم).	طفرة صبغية غير حقيقية (أنثى عقيمة).
الخصائص	يظهر عليه صفات الأنوثة مثل التثدي ونعومة الصوت بسبب وجود نسختين من الكروموسوم X.	لا تظهر عليها علامات البلوغ مثل الدورة الشهرية وكبر حجم الثدي بسبب وجود نسخة واحدة فقط من الكروموسوم X.
شكل توضيحي	نقص شعر الوجه نقص شعر الجسم زيادة حجم الثدي	ضعف نمو الثدي قصور نمو المبيضين

التضاعف الصبغي Polyploidy

أسبابه:

1. عدم انفصال الكروماتيدات بعد انقسام السنترومير.
2. عدم تكون الغشاء الفاصل بين الخليتين البنويتين.

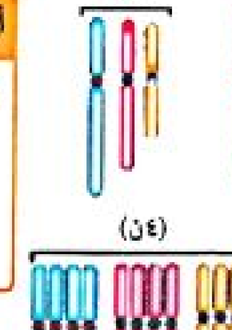


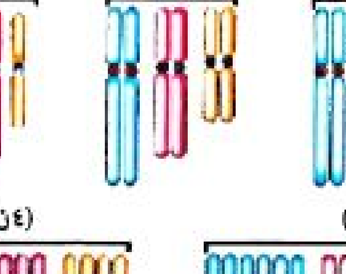


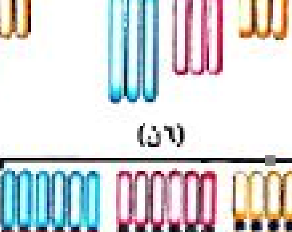


الانتشار:

التضاعف الصبغي في عالم النبات	التضاعف الصبغي في عالم الحيوان
الشيوع	
أكثر شيوعًا فنسبة كبيرة من النباتات المعروفة تكون (٣ن - ٤ن - ٦ن - ٨ن حتى ١٦ن) وذلك عندما تتضاعف الصبغيات في الأمشاج.	أقل شيوعًا؛ لأن تحديد الجنس في الحيوان يتطلب توازنًا دقيقًا بين عدد كل من الصبغيات الجسدية والجنسية.
النتائج المترتبة	
ينتج عنه أفراد ذات صفات جديدة، ويرجع ذلك إلى أن كل جين يكون ممثل بعدد أكبر فيكون تأثيره أكثر وضوحًا فيكون النبات أكثر طولا وتكون أعضاؤه أكبر حجمًا وبخاصة الأزهار والثمار.	في الإنسان يكون التضاعف الثلاثي مميتا ويسبب إجهاضًا للأجنة ومع ذلك يوجد تضاعف صبغي في بعض خلايا الكبد والبنكرياس.
الأمثلة	
يوجد حاليًا في الكثير من المحاصيل والفواكه مثل (القطن، القمح، العنب، الفراولة، الكمثري، التفاح) ذات التعدد الرباعي (٤ن).	يقتصر وجوده على بعض الأنواع الخنثى من القواقع والديدان التي لا يوجد لديها مشكلة في تحديد الجنس.









التضاعف الصبغي

أضف إلى معلوماتك

- التضاعف الصبغي في بعض خلايا الكبد والبنكرياس يتلاءم مع معدل النشاط العالي في كل منهما حيث تضمن وجود كمية أكبر من الجينات النشطة تمكنها من إنتاج كميات كبيرة من الإنزيمات والعصارات الهاضمة والهرمونات التي تتحكم في مختلف وظائف الجسم.

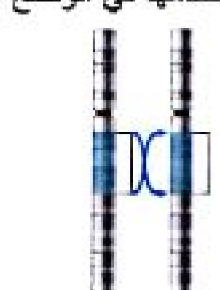


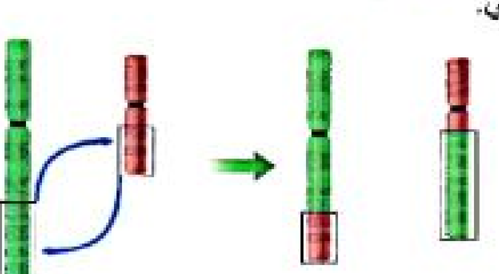
٢ التغير في تركيب الصبغيات

تغير ترتيب الجينات على نفس الصبغي.

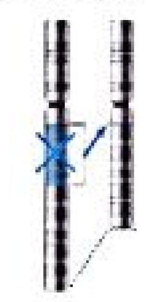
أسبابه:

1. انفصال قطعة من الصبغي أثناء الانقسام والتفافها حول نفسها بمقدار ١٨٠° والتحامها في الوضع المقلوب على نفس الصبغي.
2. تبادل أجزاء من صبغيات غير متماثلة.





3. زيادة أو نقص جزء صغير من الصبغي.



رابعًا تبعًا لمكان حدوث الطفرة

	طفرات مشيجية	طفرات جسمية
مكان الحدوث	تحدث غالبًا في الخلايا التناسلية.	تحدث في الخلايا الجسدية (الجسمية).
التأثير	تظهر كصفات جديدة على الجنين الناتج.	تظهر كأعراض مفاجئة بالعضو الذي تحدث بخلاياه.
الانتشار	تتم في الكائنات الحية التي تتكاثر تزاوجيًا.	أكثر شيوعًا في النباتات التي تتكاثر خضريًا حيث ينشأ فرع جديد من النبات العادي يحمل صفات مختلفة عن النبات الأم، ويمكن فصل هذا الفرع وإكثاره خضريًا إذا كانت الصفة الجديدة مرغوبًا فيها.
التوارث	معظمها طفرات حقيقية تورث ماعدا ذكر كلاينفلتر وأنثى تيرنر.	معظمها طفرات غير حقيقية لا تورث إلا فقط في النباتات التي لها القدرة على التكاثر الخضري.

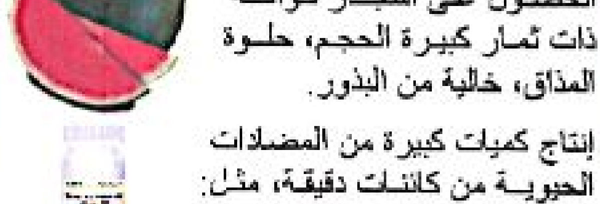
استنتاجات

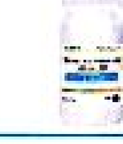
- انفصال قطعة من الصبغي أثناء انقسام الخلية والتفافها حول نفسها بمقدار ٣٦٠ درجة وإعادة التحامها مع الصبغي مرة أخرى **لا ينتج عنه طفرة** بسبب عدم حدوث تغير في تركيب الصبغي.
- حدوث تغير في ترتيب القواعد النيتروجينية ينشأ عنه **طفرة جينية**، بينما حدوث تغير في ترتيب الجينات على نفس الصبغي ينشأ عنها **طفرة صبغية**.

خامسًا تبعًا لمنشأ الطفرة

	الطفرة التلقائية	الطفرة المستحدثة
التحكم في الحدوث	طفرة تحدث دون تدخل الإنسان وهي نادرة الحدوث في جميع الكائنات الحية.	طفرة تحدث بتدخل الإنسان للحصول على طفرات مرغوبة في كائنات معينة وهي أكثر شيوعًا من التلقائية.
سبب الحدوث	تتم في الكائنات الحية التي تتكاثر تزاوجيًا.	يستحدثها الإنسان عن طريق: • **عوامل طبيعية مثل:** أشعة إكس، أشعة جاما، الأشعة فوق البنفسجية. • **مواد كيميائية مثل:** غاز الخردل، مادة الكولشيسين، حامض النيتروز. فعند معالجة النبات بهذه المواد تضمر خلايا القمة النامية للنبات وتموت لتجدد تحتها أنسجة جديدة تحتوي خلاياها على عدد مضاعف من الصبغيات.
الأهمية	تلعب دورًا هامًا في عملية تطور الأحياء (الكائنات الحية).	أغلبها يحمل صفات غير مرغوب فيها غير أن الإنسان ينتقي منها ما هو نافع. **من أمثلة الطفرات النافعة:** • الحصول على أشجار فواكه ذات ثمار كبيرة الحجم، حلوة المذاق، خالية من البذور. • إنتاج كميات كبيرة من المضادات الحيوية من كائنات دقيقة، مثل: (البنسلين من فطر البنسليوم).







أضف إلى معلوماتك

- مادة الكولشيسين تؤدي إلى موت الخلايا السطحية في القمة النامية للنبات بينما تمنع تكوين خيوط المغزل التي تفصل الكروموسومات عن بعضها أثناء الطور الانفصالي لانقسام الخلايا السفلية وبالتالي لا تنفصل الكروموسومات عن بعضها وتنشأ خلايا بها عدد مضاعف من الصبغيات.

أداء ذاتي

جزء من جين إنتاج الهيموجلوبين

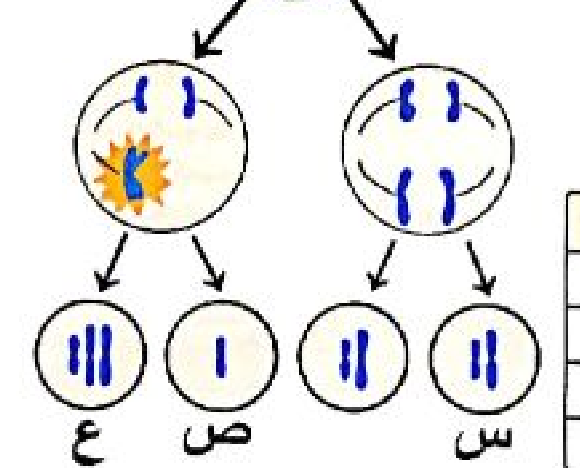
DNA — طفرة — mRNA — حمض أميني — جلوتاميك — فالين

٦ في الشكل المقابل:

(١) أي البدائل التالية تمثل نوع الطفرة الموضحة بالشكل المقابل؟ ....
- (أ) طفرة صبغية نتيجة تغير في تركيب الصبغي
- (ب) طفرة جينية نتيجة تغير في التركيب الكيميائي
- (ج) طفرة صبغية نتيجة تغير في عدد الصبغيات
- (د) طفرة مشيجية نتيجة خلل في الانقسام الميوزي

(٢) أي البدائل التالية تنتج من هذه الطفرة؟ ....
- (أ) تزداد فرص الإصابة بالعدوى
- (ب) تجلط الدم في الأوعية الدموية
- (ج) الإصابة بمرض فقر الدم (الأنيميا)
- (د) لا تؤثر في تكوين البروتين الناتج

٧ افحص الشكل المقابل ثم أجب:



(١) الشكل المقابل يعبر عن ....
- (أ) طفرة جينية أثناء الانقسام الميتوزي
- (ب) طفرة صبغية أثناء الانقسام الميتوزي
- (ج) طفرة جينية أثناء الانقسام الميوزي
- (د) طفرة صبغية أثناء الانقسام الميوزي

(٢) أي البدائل التالية تمثل الطرز الكروموسومي السائد في كل من الخلايا (س)، (ص)، (ع)؟ ....

	س	ص	ع
(أ)	ن	ن	ن
(ب)	ن	ن-١	ن+١
(ج)	ن - ١	ن	ن + ١
(د)	٢ن	٢ن - ١	٢ن + ١

(٣) أي الأسباب التالية أدت إلى حدوث هذه الطفرة؟ ....
- (أ) تضاعف الكروموسومات نتيجة التعرض للإشعاع
- (ب) عدم تكون الغشاء الفاصل بين خليتين بنويتين
- (ج) عدم انفصال الكروماتيدات بعد انقسام السنترومير
- (د) زيادة جزء صغير من الصبغي قبل انقسام السنترومير

الباب الثاني

الفصل الثاني

الأحماض النووية وتخليق البروتين

الدرس الأول: RNA وتخليق البروتين

الدرس الثاني: التكنولوجيا الجزيئية "الهندسة الوراثية"

أهداف الفصل

في نهاية هذا الفصل ينبغي أن يكون الطالب قادرًا على أن

- يتعرف أنواع البروتينات.
- يتعرف تركيب الحمض النووي RNA.
- يقارن بين أنواع الحمض النووي RNA الثلاثة (الريبوسومي – الناقل – الرسول).
- يتعرف الشفرة الوراثية.
- يتعرف خطوات تخليق البروتين .
- يتعرف تقنيات التكنولوجيا الجزيئية الحديثة.
- يتعرف مفهوم الجينوم البشري وأهمية ذلك في مجال صناعة العقاقير.
- يقدر عظمة الخالق فيما يتعلق بالمعلومات الوراثية ودورها في
- تمييز البشر بصفات تختلف من فرد لآخر.

أهم المفاهيم

- المحفز.
- الشفرة الوراثية.
- الكودون.
- تفاعل نقل الببتيديل.
- عامل الإطلاق.
- عديد الريبوسوم.
- المهجن DNA.
- إنزيمات القصر أو القطع البكتيرية.
- استنساخ تتابعات DNA معاد الإتحاد.
- الجينوم البشري



الفصل 2 | RNA وتخليق البروتين | الدرس 1

التمهيد

يدخل في تركيب أجسام الكائنات الحية آلاف الأنواع من البروتينات التي يمكن تقسيمها تبعًا لأهميتها البيولوجية بالنسبة للكائن الحي إلى نوعين أساسيين **هما:**

	البروتينات التركيبية	البروتينات التنظيمية (الوظيفية)
المفهوم	تدخل في تراكيب محددة في خلايا الكائن الحي.	تنظم العمليات الحيوية التي تتعلق بالنشاط البيولوجي لخلايا الكائن الحي.
الأمثلة	♦ **الكولاجين:** يدخل في تركيب الأنسجة الضامة التي تربط مكونات الجسم ببعضها، مثل: (العظام ، الأربطة ، الأوتار ، الغضاريف والأغشية المحيطة بالعقد الليمفاوية والغدة الدرقية والخصيتين). ♦ **الكيراتين:** يدخل في تكوين الأغطية الواقية كالجلد والشعر والريش والحوافر والقرون. ♦ **الأكتين والميوسين:** يدخل في تركيب العضلات الهيكلية والقلبية وبعض أعضاء الحركة في الكائنات البدائية كالأميبا. ♦ **البروتينات الهستونية وغير الهستونية التركيبية** التي تشارك في تكثيف DNA.	♦ **الإنزيمات:** تعمل كعوامل حفز بيولوجية تزيد من سرعة التفاعلات الكيميائية التي تتم في خلايا الكائنات الحية باستخدام طاقة أقل مثل إنزيمات العصارة الهاضمة. ♦ **الهرمونات:** تمكن الجسم من الاستجابة للتغيرات المستمرة التي تطرأ في بيئته الداخلية والخارجية مثل هرموني الكالسيتونين والباراثورمون اللذين يضبطان مستوى الكالسيوم في الدم. ♦ **الأجسام المضادة:** تكسب الجسم المناعة ضد الأجسام الغريبة كالبكتيريا. ♦ **البروتينات غير الهستونية التنظيمية** التي تحدد ما إذا كانت شفرة DNA ستستخدم في بناء RNA وبروتينات أم لا.

أضف إلى معلوماتك

- ليست كل الإنزيمات بروتينية التركيب فبعض الإنزيمات الموجودة في الريبوسوم تتكون من RNA وتصنف تحت اسم رايبوزيم ribozyme لأنه يتكون من ريبونيوكليوتيدات وليس من أحماض أمينية وتساعد هذه الإنزيمات في عملية تصنيع البروتينات في مختلف خلايا الجسم.
- ليست كل الهرمونات بروتينية التركيب فبعض الهرمونات تتكون من مواد دهنية (إستيرويدات) مثل هرمونات قشرة الغدة الكظرية والهرمونات الجنسية وبعضها الآخر يتكون من مشتقات بعض الأحماض الأمينية مثل الثيروكسين والأدرينالين.

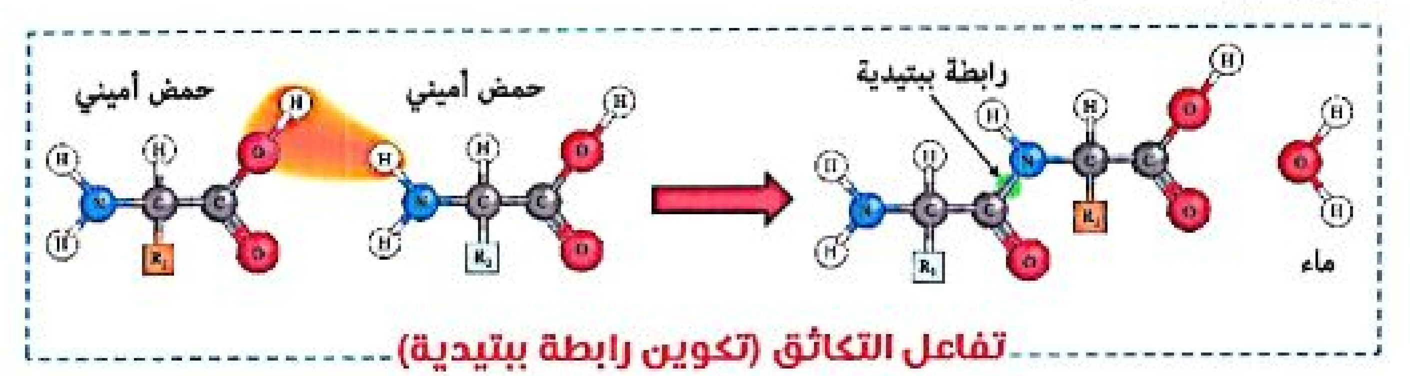


الشرح

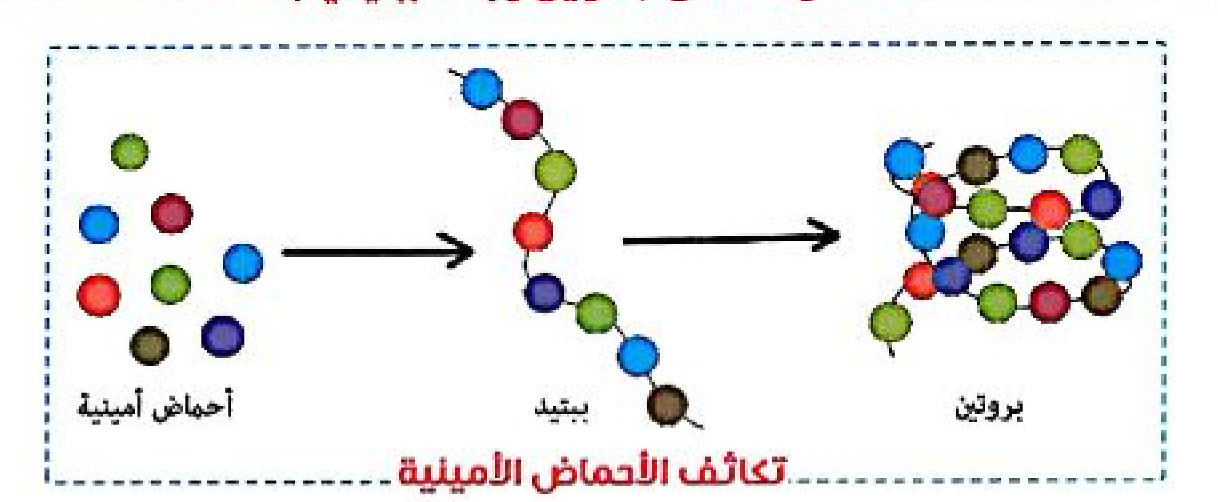
البروتينات

الوحدة البنائية: يدخل في تركيب البروتينات ٢٠ نوعًا من الأحماض الأمينية المختلفة.

التركيب الكيميائي: يتكون البروتين من ارتباط عدة سلاسل من عديدات الببتيد ببعضها غالبًا أو من سلسلة واحدة بحيث تتكون كل سلسلة من ارتباط الأحماض الأمينية ببعضها البعض بروابط ببتيدية في تفاعل نازع للماء في وجود إنزيمات خاصة.



تفاعل التكاثف (تكوين رابطة ببتيدية)



تكاثف الأحماض الأمينية

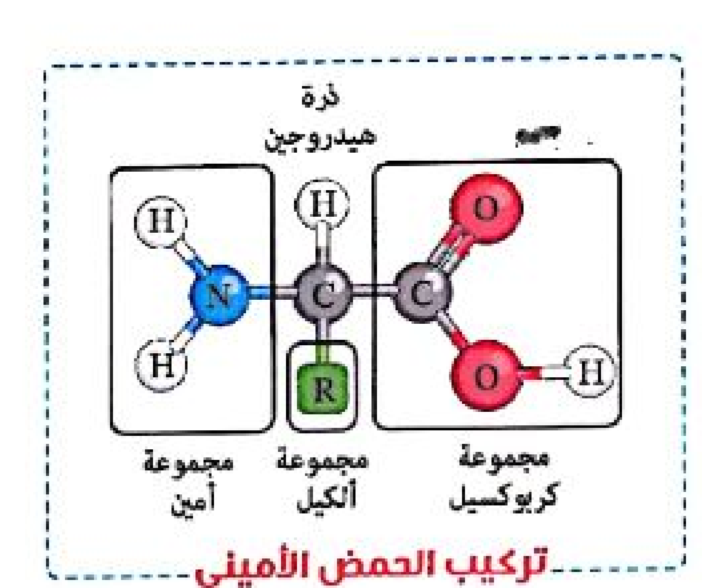
التركيب الكيميائي للحمض الأميني

يتكون كل حمض أميني من ذرة كربون ترتبط بأربع مجموعات طرفية لتحقق التكافؤ الرباعي الملائم لاستقرارها على النحو التالي:

- **مجموعة كربوكسيل (COOH):** حامضية سالبة الشحنة.
- **مجموعة أمين (NH_2) :** قاعدية موجبة الشحنة.
- **ذرة هيدروجين.**
- **مجموعة ألكيل:** توجد في ١٩ نوع من الأحماض الأمينية فقط وتختلف من حمض أميني لآخر.

$$\begin{array}{c} H \\ | \\ R-C-COOH \\ | \\ NH_2 \end{array}$$

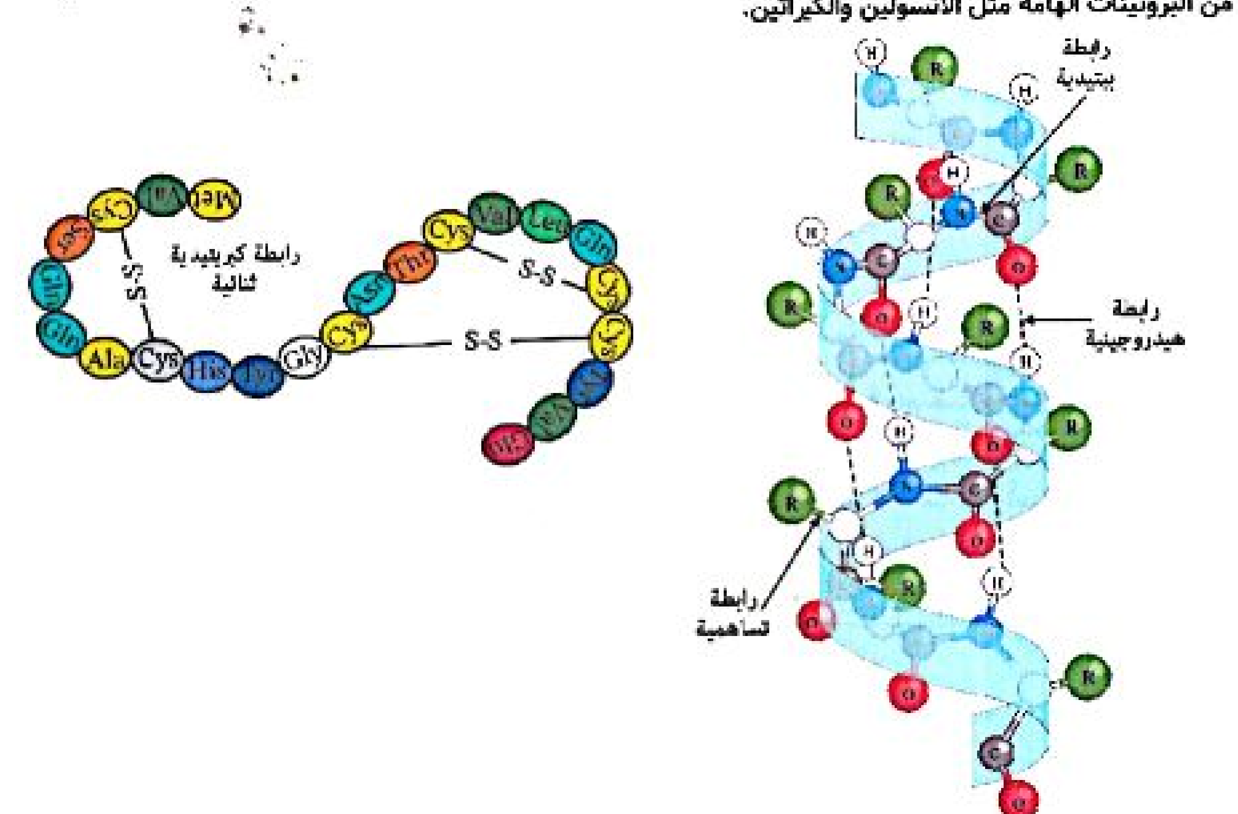
تركيب الحمض الأميني



تركيب الحمض الأميني

أضف إلى معلوماتك

- أنواع الروابط الكيميائية الموجودة في تركيب البروتينات:
  - روابط تساهمية بين الذرات وبعضها.
  - روابط ببتيدية بين الأحماض الأمينية وبعضها.
  - روابط هيدروجينية تتكون عندما تقع ذرة الهيدروجين بين ذرتين أعلى منها في السالبية الكهربية (مثل: F,O,N) ومثاله الروابط الهيدروجينية بين سلاسل عديدات الببتيد والأحماض الأمينية في نفس السلسلة.
  - روابط كبريتيدية ثنائية بين أحماض أمينية معينة مثل الحمض الأميني سيستين Cysteine وتوجد هذه الروابط في العديد من البروتينات الهامة مثل الأنسولين والكيراتين.



هل تساءلت يوما لماذا يوجد عدد لا حصر له من البروتينات التركيبية والتنظيمية بالرغم من وجود ٢٠ نوع فقط من الأحماض الأمينية ؟

قد أرجع العلماء ذلك لعدة أسباب منها:

١ اختلاف أعداد وأنواع وترتيب الأحماض الأمينية في البوليمرات (عديدات الببتيد).

حيث يؤثر ترتيب الأحماض الأمينية على شكل الموقع الفعال للبروتينات خاصة الإنزيمات.

٢ عدد البوليمرات التي تدخل في بناء البروتين..

حيث يختلف عدد سلاسل عديدات الببتيد من بروتين لآخر فعلى سبيل المثال يتكون الهيموجلوبين من ٤ سلاسل بينما يتكون الإنسولين من سلسلتين فقط.



الأنسولين



الهيموجلوبين

٣ الروابط الهيدروجينية الضعيفة التي تعطي الجزيء شكله المميز ثلاثي الأبعاد..

حيث تتكون الروابط الهيدروجينية بين ذرة الهيدروجين في مجموعة الأمين في أحد الأحماض الأمينية وذرة الأكسجين في مجموعة الكربوكسيل في حمض أميني آخر سواء في نفس السلسلة أو في سلسلة أخرى

ملحوظة

- الحمض الأميني (الجلايسين) هو أبسط الأحماض الأمينية؛ لأنه لا يحتوي على مجموعة ألكيل جانبية وإنما يحتوي على ذرة هيدروجين بدلها.



الجلايسين

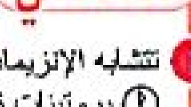
استنتاجات

- يرجع اختلاف البروتينات عن بعضها إلى اختلاف الأحماض الأمينية، بينما يرجع اختلاف الأحماض الأمينية عن بعضها إلى اختلاف مجموعة الألكيل.
- عدد الأحماض الأمينية الموجودة في الطبيعة أكثر من ٢٠ حمضًا بينما الأحماض الأمينية التي تدخل في تركيب البروتينات ٢٠ حمضًا أمينيًا فقط، حيث توجد أحماض أمينية غير بروتينية مثل الكانافنين التي تعمل كمواد واقية للنبات

أضف إلى معلوماتك

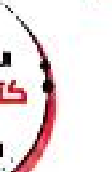
- يمكن تقسيم الأحماض الأمينية إلى نوعين رئيسين هما:
- أحماض أمينية أساسية essential amino acids: لا يستطيع الجسم تكوينها ولكن يعتمد على الغذاء في الحصول عليها وتشمل ٩ أنواع مثل الميثونين.
- أحماض أمينية غير أساسية non-essential amino acids: يستطيع الجسم تكوينها من الأحماض الأمينية الأخرى وتشمل ١١ نوع مثل الألانين.
- مجموعة الألكيل الجانبية في الحمض الأميني تتبع الصيغة الكيميائية C_nH_{2n+1} حيث تمثل n عدد ذرات الكربون.. وأحيانًا تكون مشتقًا لمجموعة الألكيل كما في الحمض الأميني السيرين Serine

أداء ذاتي



١ تتشابه الإنزيمات مع الأجسام المضادة في أنها ....
Ⓐ بروتينات تنظيمية
Ⓑ بروتينات متخصصة
Ⓒ تحتوي على روابط هيدروجينية
Ⓓ جميع ما سبق

٢ إذا كان عدد الأحماض الأمينية في أحد البروتينات هو(س) فأي العلاقات الرياضية التالية صحيحة ....
Ⓐ عدد الروابط الببتيدية = س + ١
Ⓑ عدد جزيئات الماء الناتجة من تكاثف الأحماض الأمينية = س – ١
Ⓒ عدد الروابط الببتيدية = س – ٢
Ⓓ عدد جزيئات الماء المتكونة من تكاثف الأحماض الأمينية = س + ٢



٣ رغم أن كل من الحمضين الأمينين الأرجنين والليسين من الأحماض الأمينية القاعدية موجبة الشحنة إلا أنهما يختلفان في بعض الخصائص بسبب ....
Ⓐ مجموعة الكربوكسيل
Ⓑ مجموعة الأمين
Ⓒ مجموعة الألكيل
Ⓓ موقع ذرة الكربون الأولية

الأحماض النووية الريبوزية (RNAs)

والآن بعد أن تعرفنا معًا على التركيب الكيميائي للبروتينات وخصـــائصـــها.. هل خطر ببالك يومًا كيف تستطيع الخلية تصـــنيع هذا الكم الهائل من البروتينات دون تداخل بينها وكيف يؤثر الحمض النووي DNA في بروتينات الخلية وكيف يترجم كل جين إلى صفة محددة مثل صفة لون العيون ؟

يعتبر الحمض النووي الريبوزي RNA حلقة الوصل بين الحمض النووي DNA وعملية تخليق البروتينات.

ولدراسة ذلك بشيء من التفصيل لابد من معرفة أهم الفروق بين DNA ، RNA أولاً.

	DNA	RNA
الشكل التوضيحي	سيتوزين C، جوانين G، أدينين A، ثايمين T	سيتوزين C، جوانين G، أدينين A، يوراسيل U
وجه الشبه	• يتكون كل منهما من سلسلة طويلة غير متفرعة من وحدات بنائية من النيوكليوتيدات. • تتكون كل نيوكليوتيدة من (سكر خماسي - قاعدة نيتروجينية - مجموعة فوسفات). • ترتبط مجموعة الفوسفات بذرة الكربون رقم (5) في جزيء سكر إحدى النيوكليوتيدات وبذرة الكربون رقم (3) في جزيء سكر النيوكليوتيدة السابقة لتكون هيكل سكر فوسفات.	
عدد الأشرطة	يوجد غالبًا في صورة لولب مزدوج (شريطين متكاملين) من النيوكليوتيدات.	يوجد غالبًا في صورة شريـــط مفـــرد من الريبونيوكليوتيدات، ولكنه قد يكون مزدوجًا في بعض أجزائه كما في tRNA.
الكمية	ثابتة لا تتغير داخل الخلية.	متغيرة حسب نشاط الخلية.
مكان الوجود	❶ النواة. ❷ بعض العضـــيات، مثل: الميتوكوندريا والبلاستيدات الخضراء.	يتكون بالنسخ من DNA داخل النواة ثم ينتقل إلى السيتوبلازم عبر ثقوب الغشاء النووي.
نوع السكر الخماسي	5′ $HOCH_2$، OH، O، 4′ C، 1′ C، 3′ C، 2′ C، H، OH، H سكر الديوكسي ريبوز (ينقصه ذرة أكسجين عن سكر الريبوز).	5′ $HOCH_2$، OH، O، 4′ C، 1′ C، 3′ C، 2′ C، H، OH، OH سكر الريبوز.
القواعد النيتروجينية	• البيورينات: (أدينين A - جوانين G). • البيريميدينات: (ثايمين T - سيتوزين C).	• البيورينات: (أدينين A - جوانين G). • البيريميدينات: (يوراسيل U - سيتوزين C).
عدد قواعد البيورينات والبيريميدينات	متساوٍ.	غير متساوٍ بالضرورة.
الثبات الوراثي	ثابت لا يتحلل داخل الخلية.	يتم هدمه وإعادة بنائه باستمرار.
الوظيفة البيولوجية	❶ يمثل المادة الوراثية لمعظم الكائنات الحية. ❷ يحمل الجينات المسئولة عن إظهار الصفات الوراثية.	❶ يمثل المادة الوراثية لبعض الفيروسات، مثل: فيروس الإيدز وشلل الأطفال. ❷ يسهم في عملية تخليق البروتين.
الأنواع من الناحية التركيبية	نوع واحد فقط.	يوجد ٣ أنواع: ○ الحمض النووي الرسول mRNA. ○ الحمض النووي الناقل tRNA. ○ الحمض النووي الريبوزي rRNA.

استنتاجات

- عدد أنواع النيوكليوتيدات التي تدخل في تركيب الأحماض النووية **ثمانية؛ لاختلاف السكر الخماسي.**
- عدد أنواع القواعد النيتروجينية التي تدخل في تركيب الأحماض النووية **خمسة.**
- **عدد النيوكليوتيدات المكونة للحمض النووي DNA أكثر بكثير من الحمض النووي RNA.**
- **الحمض النووي DNA يمكن أن يتضاعف تلقائيًا، بينما يصعب تحقيق ذلك في الحمض النووي RNA.**

أنواع الأحماض النووية الريبوزية (RNAs)

يوجد ثلاثة أنواع من الحمض النووي RNA تسهم في بناء البروتين، وهم:

١- حمض RNA الرسول mRNA. ٢- حمض RNA الريبوسومي r-RNA. ٣- حمض RNA الناقل t-RNA.

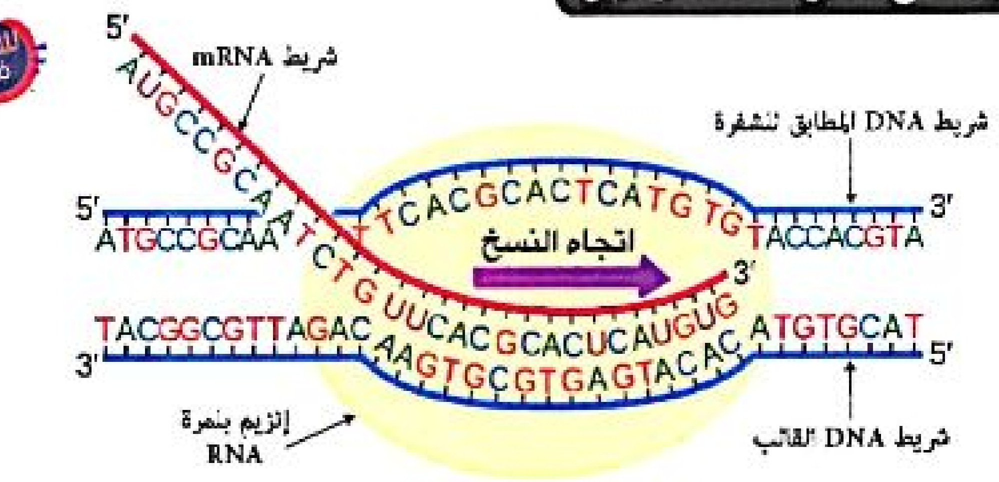
فيما يلي تفصيل ذلك:

١ حمض RNA الرسول mRNA.

مكان الحدوث: يتم نسخ mRNA من الـDNA في النواة ثم ينتقل إلى السيتوبلازم عند حاجة الخلية لتصنيع البروتين.

الوظيفة البيولوجية: نقل الشفرة الوراثية من DNA في النواة إلى الريبوسومات في السيتوبلازم حيث تتم ترجمته إلى أحماض أمينية تدخل في تكوين البروتين.

خطوات عملية نسخ حمض RNA الرسول



الخطوات	الأحداث البيولوجية
البدء	❶ ينفك التفاف اللولب المزدوج عند موضع الجين المراد نسخه. ❷ يتعرف إنزيم بلمرة RNA على تتابع معين من النيوكليوتيدات يوجد على أحد شريطي DNA يعرف بـ«المحفز»، والذي يوجه إنزيم بلمرة RNA إلى الشريط الذي سينسخ منه mRNA. ❸ ينفصل شريطا DNA عن بعضهما البعض حيث يعمل أحدهما كقالب لبناء mRNA ويكون القالب في اتجاه (3′ ←5′) فيقوم الإنزيم ببناء mRNA في اتجاه (5′ ←3′).
الاستطالة	يتحرك الإنزيم على امتداد جزيء DNA حيث يتم ربط الريبونيوكليوتيدات المتكاملة إلى شريط mRNA النامي واحدةً بعد الأخرى حتى تنتهي القطعة الجينية المراد نسخها.
الإنهاء	تنتهي عملية النسخ بوصول إنزيم بلمرة RNA لأحد التتابعات التالية على DNA (ATT - ATC - ACT)، حيث ينفصل عن شريط DNA ويعاد التفاف DNA مرة أخرى ويتحرر mRNA الناتج لينتقل إلى السيتوبلازم.



تركيب جزيء mRNA



رسم تخطيطي لجزيء mRNA

- **يتضح من الرسم أن** جزيء mRNA الناضج يتكون من ٤ وحدات أساسية **كالتالي:**

الوحدة البنائية	مكان الوجود	الشفرة والترجمة	الأهمية البيولوجية
❶ **موقع الارتباط الريبوسوم**	بداية جزيء mRNA عند الطرف 5′.	لا يمثل شفرة وبالتالي لا يترجم إلى أحماض أمينية.	تتابع من النيوكليوتيدات يرتبط بتحت الوحدة الصغرى من الريبوسوم حيث يصبح **أول كودون** (كودون البدء) AUG متجهًا لأعلى وهو الوضع الصحيح للترجمة.
❷ **كودون البدء AUG**	بداية جزيء mRNA بعد موقع الارتباط.	يمثل شفرة حمض الميثيونين.	يعطي إشارة لبداية تكوين عديد الببتيد.
❸ **كودون الوقف** ويكون واحدًا من ثلاثة (UAA ،UAG ،UGA)	نهاية جزيء mRNA.	يمثل شفرة ولكنه لا يترجم إلى حمض أميني محدد حيث تنتهي عنده عملية الترجمة.	تعطي إشارة عند النقطة التي يجب أن تقف عندها آلية بناء البروتين حيث يرتبط بأي منهم بروتين عامل الإطلاق لينتهي بناء سلسلة عديد الببتيد.
❹ **ذيل عديد الأدنين** (يتكون من حوالي ٢٠٠ أدينوزين)	نهاية جزيء mRNA بعد الطرف 3 حيث يلي كودون الوقف.	لا يمثل شفرة وبالتالي لا يترجم إلى أحماض أمينية كما أنه يلي كودون الوقف الذي تنتهي عنده عملية الترجمة.	حماية mRNA من التحلل بواسطة الإنزيمات الموجودة في السيتوبلازم.

مصطلحات

الشريط القالب	شريط DNA الذي تستخدمه إنزيمات البلمرة لتكوين نيوكليوتيدات متكاملة ويكون في الاتجاه 3′ ←5′ ويمثل الشريط المعاكس للشفرة على mRNA.
الشريط المطابق للشفرة	شريط DNA الذي يكون له نفس تتابع النيوكليوتيدات على mRNA ماعدا اليوراسيل تكون ثايمين ويكون في الاتجاه 5′ ←3′.

ملحوظات

- التتابع المكون لذيل عديد الأدنين لا يتم نسخه من DNA؛ لأن عملية النسخ تنتهي بوصول إنزيم البلمرة لكودون الوقف وإنما يتم إضافته لـmRNA في النواة قبل خروجه للسيتوبلازم.
- تتم عملية النسخ لجزء فقط من DNA الذي يمثل الجين ولا تتم لشريط DNA كله.
- تتابع النيوكليوتيدات المكونة للمحفز لا تنسخ ولا تترجم، بينما تتابع النيوكليوتيدات التي تمثل كودونات الوقف تنسخ ولا تترجم.
- عدد أنواع إنزيمات البلمرة (DNA، RNA) في حقيقيات النواة يساوي أربعة، بينما عدد أنواع إنزيمات البلمرة في أوليات النواة يساوي نوعين فقط. (وفقًا للمقرر)
- أول شفرة توجد على شريط DNA بعد المحفز هي "TAC" والتي تنسخ إلى كودون البدء "AUG".
- كل جين على DNA يسبقه محفز خاص به وبالتالي يكون عدد الجينات مساويًا لعدد المحفزات.

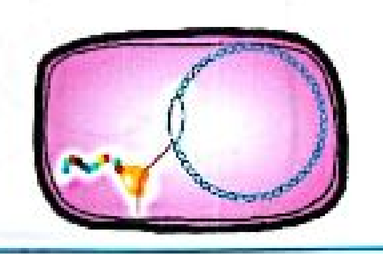
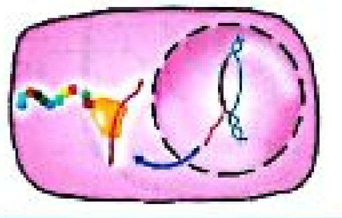
أضف إلى معلوماتك

- تحتوي بعض فطريات عيش الغراب على مواد سامة تثبط إنزيم بلمرة RNA وبالتالي تتوقف عملية النسخ ولا تستطيع خلايا الجسم تكوين البروتينات التي تحتاجها فتموت.
- يعمل إنزيم بلمرة RNA بسرعة عالية جدا قد تصل إلى حوالي ١٠٠٠ نيوكليوتيدة في الدقيقة ويمكن أن تحدث عملية النسخ أكثر من مرة في نفس الوقت لنفس الجزء من DNA لتلبية حاجة الخلية من البروتينات.
- الأدينوزين عبارة عن قاعدة نيتروجينية مرتبطة بجزيء سكر خماسي بدون مجموعة فوسفات لذلك لا يمثل شفرة ولا يتم ترجمته لحمض أميني. (وفقًا للمقرر)

- مما سبق يمكن استنتاج الشبه والفرق بين عملية نسخ حمض mRNA وعملية تضاعف DNA.

عملية التضاعف	عملية النسخ
وجه الشبه	
• تبدأ كل منهما بانفصال شريطي اللولب المزدوج عن بعضهما. • كلاهما تتم بمساعدة إنزيمات البلمرة التي تعمل في اتجاه واحد فقط (´3←´5). • يتم فيهما إضافة نيوكليوتيدات جديدة الواحدة تلو الأخرى على الشريط النامي.	
كمية DNA	
لا تقف عملية تضاعف DNA إلا بعد نسخ كل DNA الموجود في الخلية.	نسخ RNA الرسول يتم من خلال نسخ جزء فقط من DNA الذي يحمل الجين.
الإنزيمات المستخدمة	
يستخدم في هذه العملية إنزيم بلمرة DNA وإنزيم اللولب وإنزيمات الربط.	يستخدم في هذه العملية إنزيم بلمرة RNA ولا تحتاج إنزيمات الربط.
الشريط المستخدم	
يعمل كل من شريطي DNA كقالب لبناء شريط آخر يتكامل معه.	أحد أشرطة DNA فقط والذي يكون في الاتجاه (´3←´5) يعمل كقالب لبناء mRNA.
النيوكليوتيدات المستخدمة	
نيوكليوتيدة DNA تحتوي على سكر خماسي منزوع الأوكسجين.	ريبونيوكليوتيدة تحتوي على سكر خماسي.
توقيت الحدوث	
تتم هذه العملية قبل أن تبدأ الخلية في الانقسام.	- تتم هذه العملية باستمرار ولا ترتبط بانقسام الخلية.
الناتج النهائي	
المحصلة النهائية لهذه العملية تعطي جزيئين DNA كاملين.	المحصلة النهائية لهذه العملية شريط مفرد من mRNA يحمل شفرات الأحماض الأمينية.

- **تختلف عملية نسخ حمض mRNA وترجمته إلى البروتين المقابل في أوليات النواة عنه في حقيقية النواة كما يلي:**

عملية النسخ في أوليات النواة	عملية النسخ في حقيقيات النواة
مكان الحدوث	
تتم في السيتوبلازم.	تتم في النواة.
الإنزيمات المستخدمة	
يوجد نوع واحد فقط من إنزيمات بلمرة RNA ينسخ أنواع RNA الثلاثة.	يوجد ٣ أنواع من إنزيمات بلمرة RNA يتخصص كل منها في نسخ أحد أنواع RNA.
كمية DNA المنسوخة	
طول الجين المنسوخ يتساوى تقريبا مع طول RNA.	طول الجين المنسوخ أكبر من طول RNA.
توقيت حدوث الترجمة	
تحدث عملية الترجمة بشكل سريع نسبيا حيث يتم ترجمة mRNA إلى البروتين المقابل بمجرد بنائه من DNA حيث ترتبط الريبوسومات ببداية mRNA وتبدأ في ترجمته إلى بروتين، بينما يكون الطرف الآخر لجزيء mRNA ما زال في مرحلة البناء على DNA القالب.	تحدث عملية الترجمة بشكل بطئ نسبيا حيث لا يتم ترجمة mRNA إلى البروتين المقابل إلا بعد الانتهاء من بناء mRNA كاملا في النواة وانتقاله إلى السيتوبلازم من خلال ثقوب الغشاء النووي.
الشكل التوضيحي	
	

٢ حمض RNA الريبوسومي rRNA.

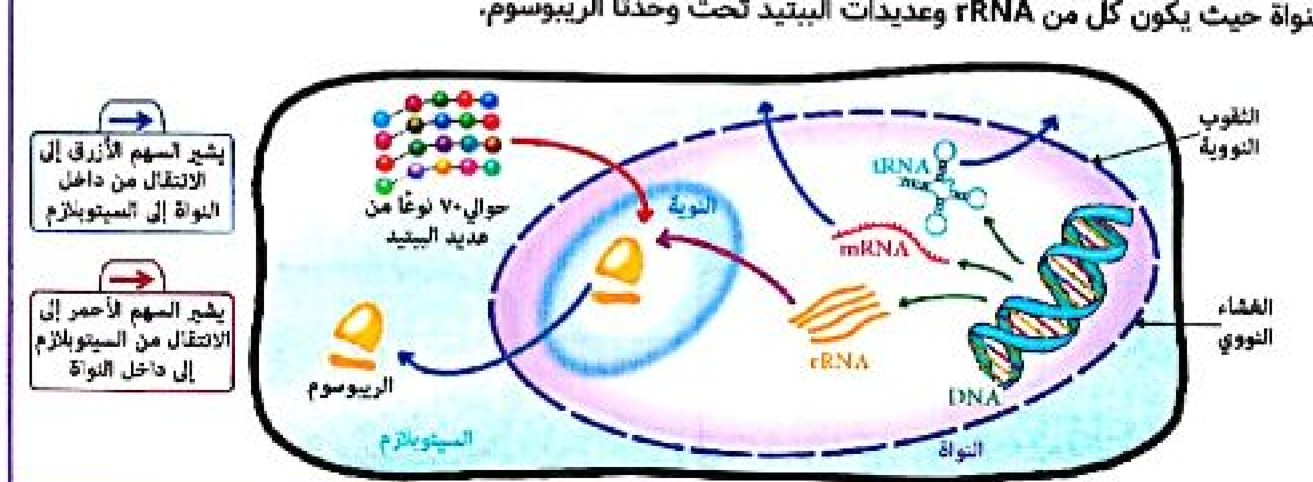
الوظيفة البيولوجية: يدخل أربعة أنواع مختلفة من rRNA مع حوالي ٧٠ نوعًا من عديد الببتيد في بناء الريبوسومات والتي تعتبر عضيات تخليق البروتين داخل الخلية.

الريبوسومات

مكان التكوين	تتكون في النوية (منطقة داخل النواة) في خلايا حقيقيات النواة.
مكان العمل	يعمل في السيتوبلازم.
معدل التكوين	معدل سريع، حيث يتم بناء الآف من الريبوسومات في الساعة في خلايا حقيقيات النواة وذلك لأن DNA في حقيقيات النواة على أكثر من ٦٠٠ نسخة من جينات RNA الريبوسومي الذي يشترك في بناء الريبوسومات التي تحتاج إليها الخلايا بكثرة.
التركيب الكيميائي	• أربعة أنواع من rRNA. • حوالي ٧٠ نوعًا من عديد الببتيد.
التركيب الوظيفي	**يتركب الريبوسوم من تحت وحدتين Subunits:** ١ تحت وحدة الريبوسوم الكبيرة، وهي تحتوى على موقعين: • الأول: موقع الببتيديل (P). • الثاني: موقع الأمينو أسيل (A). ٢ تحت وحدة الريبوسوم الصغيرة، وهي ترتبط بجزيء mRNA من جهة الطرف ´5 في بداية تخليق البروتين. P A تحت وحدة الريبوسوم الكبيرة تحت وحدة الريبوسوم الصغيرة

ملحوظات

• يتم بناء البروتينات التي تدخل في تركيب الريبوسومات في السيتوبلازم ثم تنتقل عبر الغشاء النووي إلى داخل النواة حيث يكون كل من rRNA وعديدات الببتيد تحت وحدتا الريبوسوم.





• أثناء عملية بناء البروتين يحدث تداخل بين mRNA، rRNA.

• عندما لا يكون الريبوسوم قائمًا بعمله في إنتاج البروتين فإن تحت الوحدتين تنفصلان عن بعضهما البعض وتتحرك كل منهما بحرية، وقد ترتبط كل تحت وحدة منهما بتحت وحدة أخرى من النوع المقابل عندما تبدأ عملية بناء البروتين مرة أخرى.

• تحتوي وحدة الريبوسوم الكبيرة على إنزيمات خاصة تلعب دورًا في تفاعل نقل الببتيديل الذي ينشأ عنه تكوين روابط ببتيدية بين الأحماض الأمينية وبعضها في سلسلة عديد الببتيد النامية.

• لا تستطيع الريبوسومات وحدها أن تسد حاجة الجسم من الهرمونات؛ لأن الريبوسومات مسئولة عن تخليق الأنواع المختلفة من البروتينات داخل الخلايا وليست كل الهرمونات الموجودة في الجسم بروتينية حيث توجد بعض الهرمونات التي تتكون من مواد دهنية والمعروفة بالإستيرويدات مثل هرمونات قشرة الغدة الكظرية (السكرية - المعدنية - الجنسية) بالإضافة إلى هرمونات المناسل فلا تستطيع الريبوسومات تخليق مثل هذه الهرمونات.

أضف إلى معلوماتك

• يسمى موقع الببتيديل بهذا الاسم؛ لأنه يوجد عنده tRNA الذي يحمل سلسلة عديد الببتيد النامية أثناء تخليق البروتين.

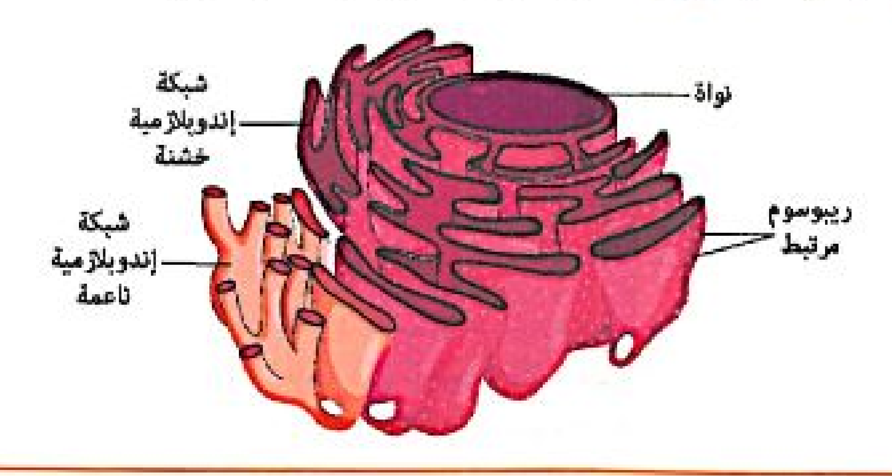
• يسمى موقع الأمينو أسيل بهذا الاسم؛ لأنه يوجد عنده tRNA الذي يحمل الحمض الأميني التالي في السلسلة النامية أثناء تخليق البروتين.

• توجد الريبوسومات أيضا في بعض العضيات الخلوية كالميتوكوندريا والبلاستيدات الخضراء.

• يدخل في تكوين الريبوسومات ٧٠ نوعًا من عديدات الببتيد ولا تعتبر هذه الوحدات البنائية بروتينات لأن كل سلسلة منفصلة عن الأخرى.

• عدد الريبوسومات الموجودة في الخلية يعتبر مؤشرًا على نشاط الخلية فمثلا نشاط خلايا الغضاريف أقل بكثير من نشاط خلايا الأمعاء لأنها تحتوي على عدد أقل من الريبوسومات.

• **توجد الريبوسومات في خلايا حقيقيات النواة في صورتين:**
  • ريبوسومات حرة: تسبح في السيتوبلازم لتصنيع البروتينات التي تحتاجها الخلية.
  • ريبوسومات مرتبطة بالشبكة الإندوبلازمية: لتصنيع البروتينات التي تفرزها الخلية خارجها.



٣ حمض RNA الناقل tRNA.

الحجم	أصغر الأحماض النووية الريبوزية حجمًا.
الأنواع	يوجد أكثر من ٢٠ نوعًا من tRNA بحد أقصى ٦١ نوعًا نظريًا.
عملية النسخ	ينسخ tRNA من جينات tRNA الموجودة على شكل تجمعات من (٧ - ٨) جينات على نفس الجزء من جزيء DNA بواسطة إنزيم بلمرة RNA.
الأهمية البيولوجية	نقل الأحماض الأمينية من السيتوبلازم إلى الريبوسومات أثناء تكوين البروتين حيث يكون لكل حمض أميني نوع خاص من tRNA يتعرف عليه ثم يقوم بنقله إلا أن الأحماض الأمينية التي لها أكثر من شفرة يكون لها أكثر من نوع من tRNA.
الشكل العام للجزيء	لكل جزيئات tRNA نفس الشكل العام حيث تلتف أجزاء من الجزيء لتكون حلقات تحتفظ بشكلها بازدواج القواعد في مناطق مختلفة من الجزيء عن طريق تكوين روابط هيدروجينية وذلك لحمايته من التحلل بواسطة إنزيمات السيتوبلازم.
المواقع الفعالة على الجزيء	**١ موقع الارتباط بالحمض الأميني:** يوجد عند الطرف 3´ من الجزيء ويتكون من تتابع ثلاثي ثابت CCA يرتبط به الحمض الأميني الملائم أثناء نقله للريبوسوم. **٢ موقع مضاد الكودون:** يمثل تتابع معين يختلف من نوع لآخر يحدد تخصص tRNA تجاه الأحماض الأمينية المختلفة حيث تتزاوج قواعده مع كودونات mRNA المناسبة عند مركب mRNA والريبوسوم فيحدث ارتباط مؤقت بين tRNA وmRNA مما يسمح للحمض الأميني المحمول على tRNA أن يدخل في المكان المحدد له في سلسلة عديد الببتيد النامية. 3´ / 5´ / موقع ارتباط الحمض الأميني / مضاد الكودون **الشكل العام لجزيء RNA الناقل**

ملحوظة

- يمكن نظريًا نقل tRNA من كائن حي لآخر دون حدوث خلل وظيفي وذلك لأن جميع جزيئات tRNA لها نفس الشكل العام كما أن كل نوع من tRNA يتخصص في نقل نفس الحمض الأميني في جميع الكائنات الحية.

أضف إلى معلوماتك

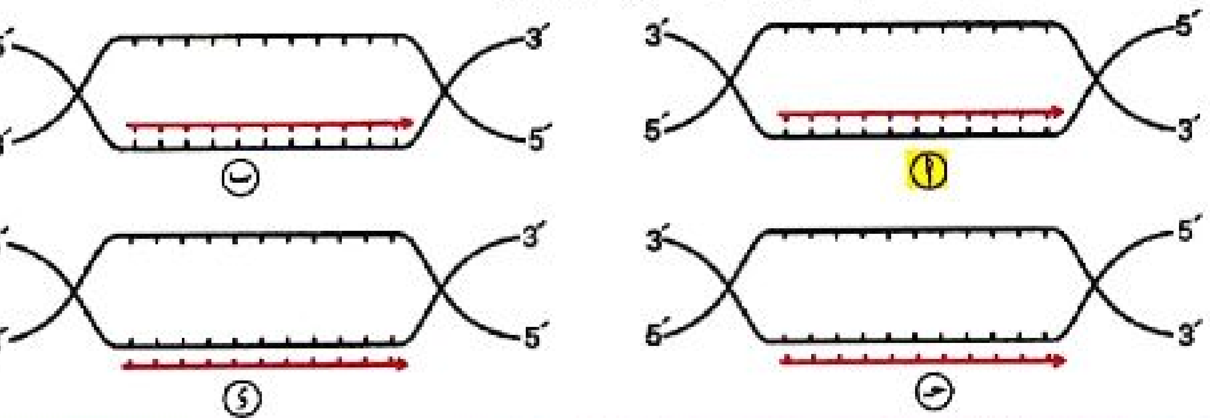
- تشير علامة النجمة الموجودة في القواعد النيتروجينية على الرسم إلى وجود قواعد جديدة مشتقة ثانوية تختلف في التركيب الكيميائي عن القواعد النيتروجينية المعروفة.
- شرائط RNA الناتجة من عملية النسخ مباشرة تكون غير ناضجة ويجري عليها بعد التعديلات في النواة قبل خروجها للسيتوبلازم في صورة وظيفية ناضجة مثل إضافة ذيل عديد الأدنين إلى mRNA لحمايته من التحلل بواسطة إنزيمات السيتوبلازم.
- القواعد النيتروجينية التي تدخل في بناء الأحماض النووية سواء أثناء التضاعف أو النسخ يتم تكوينها داخل الجسم من مصادر أولية أو ناتج إعادة تدوير القواعد النيتروجينية القديمة المهضومة.

أداء ذاتي

٤ أي العبارات التالية صحيحة عن المحفز ؟ ....
(أ) أحد الإنزيمات التي تسهم في نسخ RNA
(ب) تتابع علي RNA يمثل شفرة
(ج) تتابع علي DNA لا يمثل شفرة
(د) أحد الإنزيمات التي تسهم في تضاعف DNA

٥ النسبة بين طول جزئ mRNA بعد خروجه من النواة إلي طول شريط DNA القالب ....
(أ) أكبر من ١
(ب) أقل من ١
(ج) يساوي ١
(د) يصعب حساب ذلك نظريا

٦ أي الأشكال التالية تعبر عن عملية النسخ بشكل صحيح ؟ ....



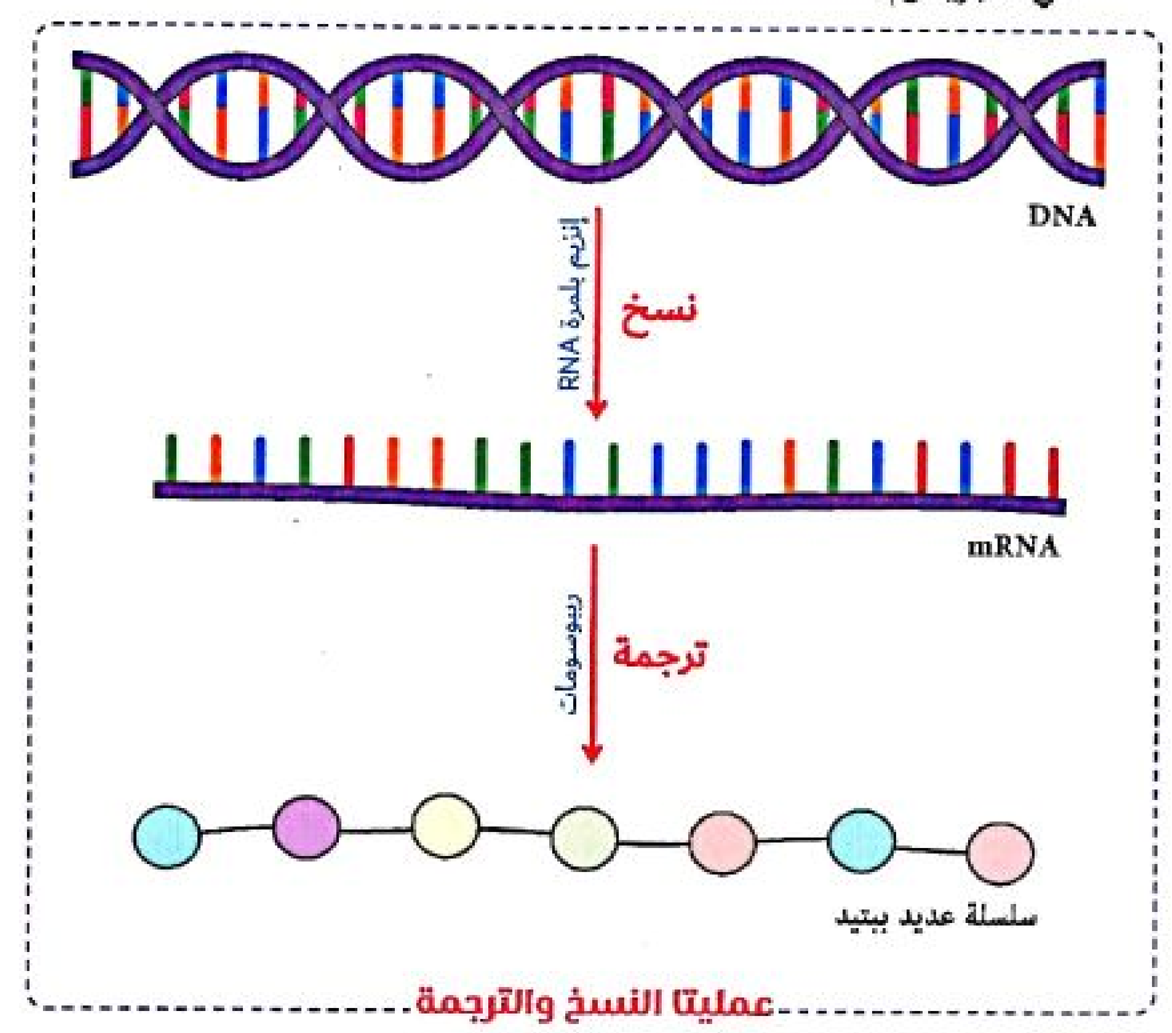
الشفرة الوراثية The Genetic Code

يحمل DNA مليارات النيوكليوتيدات التي تترتب في تتابع معين يسمى «جين» يتحكم في إظهار صفة وراثية معينة من خلال تكوين بروتين مخصص لكل جين.

هل تساءلت يوما ما الذي يجعل لون عينيك بنيا بينما يمتلك أخوك لونا أخضر للعيون مثلا ؟ لماذا تكره السمك دون باقي المأكولات ؟ قد يرجع ذلك إلى حدوث تغير في الجين المسئول عن تكوين مستقبلات الشم أو التذوق لديك يجعلك أكثر حساسية لمذاق السمك.

والسؤال الآن: كيف يتم فك شفرة هذه التتابعات على DNA ليتم ترجمتها إلى بروتينات ؟

تنسخ تتابعات DNA على شريط mRNA الذي يحمل كودونات تمثل شفرات للأحماض الأمينية التي ستضاف في سلسلة عديد الببتيد النامية وتتم عملية الترجمة بواسطة الريبوسومات في السيتوبلازم.



عمليتا النسخ والترجمة

الشفرة الوراثية

تتابع النيوكليوتيدات في ثلاثيات على mRNA والتي تم نسخها من أحد شريطي DNA.

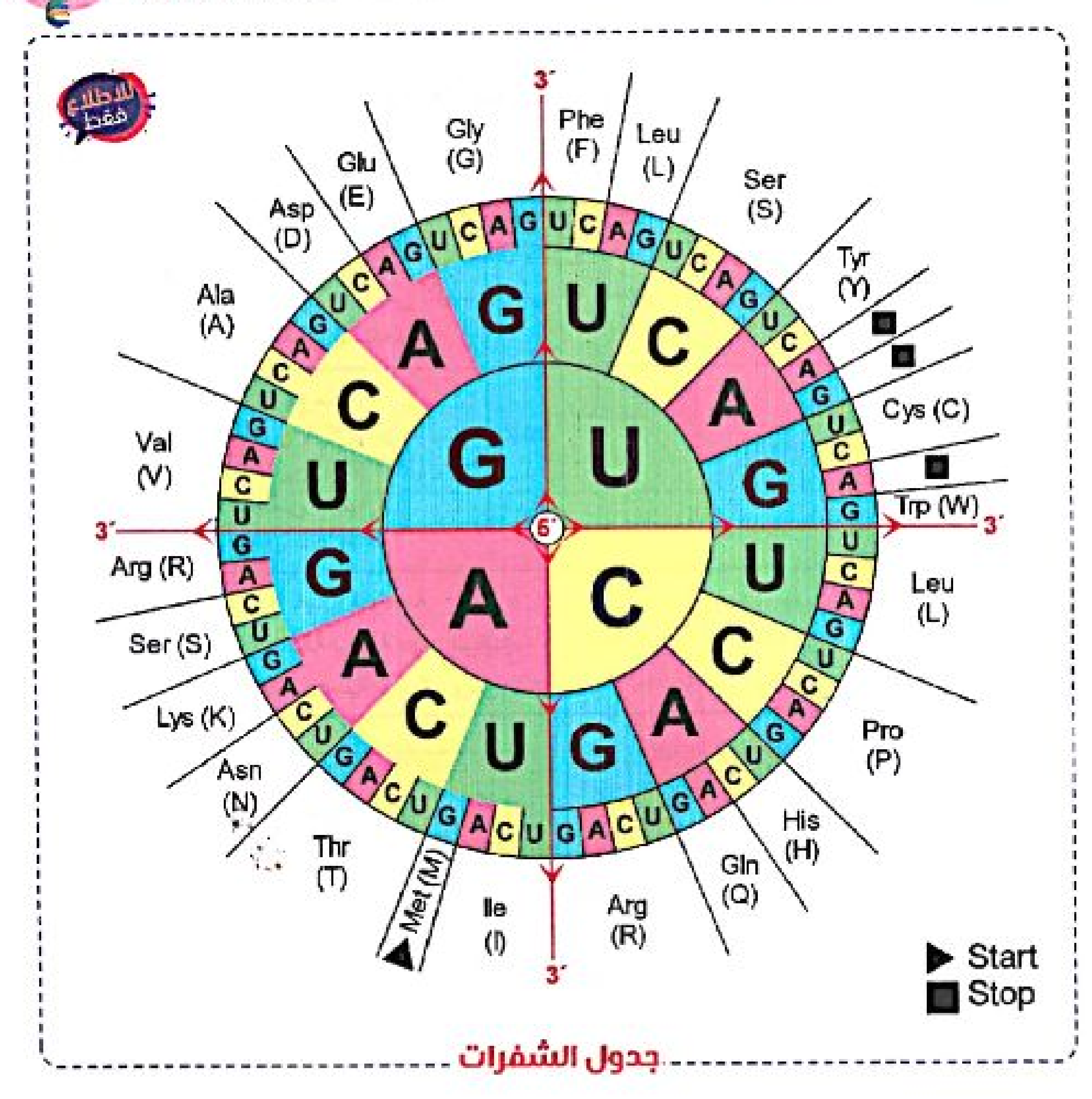
خصائص الشفرة الوراثية

1. توجد على mRNA في صورة تتابعات ثلاثية من النيوكليوتيدات تسمى «كودونات» تتكامل مع تتابعات الجين على DNA مع استبدال قاعدة الثايمين بقاعدة اليوراسيل.
2. كل كودون مخصص لحمض أميني واحد فقط بينما قد يكون للحمض الأميني الواحد أكثر من كودون ماعدا الميثيونين والتريبتوفان (أحماض أمينية لها كودون واحد فقط).
3. أقصى عدد ممكن لأنواع الكودونات على mRNA يساوي ٦٤ كودون منها ٦١ كودون يمثل شفرة لحمض أميني معين و٣ كودونات لا تمثل شفرة لحمض أميني معين (كودونات الوقف)
الشفرة الوراثية عالمية أو عامة وذلك لأن نفس الكودونات تمثل شفرات لنفس الأحماض الأمينية في جميع أنواع الكائنات الحية (فيروسات - فطريات - بكتيريا - نباتات - حيوانات) وهذا دليل قوي على أن جميع الكائنات الحية الموجودة على سطح الأرض قد نشأت عن أسلاف مشتركة وبالتالي يمكن اعتبار ذلك دليلا يؤيد نظرية التطور في بعض فروضها حيث إن الشفرة قد تكونت بعد فترة قصيرة من بدء الحياة واستمرت بدون تغير تقريبًا لملايين السنين.
4. الشفرة الوراثية لا تتداخل مع بعضها أثناء عملية الترجمة حيث تتواجد في صورة ثلاثيات متتابعة يتم ترجمة كل منها على حدة ولا تستخدم نفس القاعدة مرتين أثناء ترجمة الكودون.

الأدلة على أن الشفرة الوراثية ثلاثية

	عدد الأحماض الأمينية	نتيجة الفرضية	الشكل التوضيحي
أحادية	كل نيوكليوتيدة تمثل شفرة حمض أميني واحد وبالتالي فإن عدد الأحماض الأمينية يساوي ٤	احتمال مرفوض لأنه لا يتناسب مع عدد الأحماض الأمينية العشرين التي تدخل في تكوين البروتين.	A G C U
ثنائية	كل نيوكليوتيدتين تمثل شفرة حمض أميني واحد وبالتالي فإن عدد الأحماض الأمينية يساوي $٤^٢ = ١٦$	احتمال مرفوض لأنه لا يتناسب مع عدد الأحماض الأمينية العشرين التي تدخل في تكوين البروتين.	AA AG AC AU GA GG GC GU CA CG CC CU UA UG UG UU
ثلاثية	كل ٣ نيوكليوتيدات تمثل شفرة حمض أميني واحد وبالتالي فإن عدد الأحماض الأمينية يساوي $٤^٣ = ٦٤$	احتمال مقبول لأنه أكبر من عدد الأحماض الأمينية المطلوبة.	AAA GAA CAA TAA AAG GAG CAG TAG AAC GAC CAC TAC AAT GAT CAT TAT AGA GGA CGA TGA AGG GGG CGG TGG AGC GGC CGC TGC AGT GGT CGT TGT ACA GCA CCA TCA ACG GCG CCG TCG ACC GCC CCC TCC ACT GCT CCT TCT ATA GTA CTA TTA ATG GTG CTG TTG ATC GTC CTC TTC ATT GTT CTT TTT

القاعدة الأولى	القاعدة الثانية U	القاعدة الثانية C	القاعدة الثانية A	القاعدة الثانية G	القاعدة الثالثة
U	UUU Phenylalanine	UCU Serine	UAU Tyrosine	UGU Cysteine	U
	UUC Phenylalanine	UCC Serine	UAC Tyrosine	UGC Cysteine	C
	UUA Leucine	UCA Serine	UAA STOP	UGA STOP	A
	UUG Leucine	UCG Serine	UAG STOP	UGG Tryptophan	G
C	CUU Leucine	CCU Proline	CAU Histidine	CGU Arginine	U
	CUC Leucine	CCC Proline	CAC Histidine	CGC Arginine	C
	CUA Leucine	CCA Proline	CAA Glutamine	CGA Arginine	A
	CUG Leucine	CCG Proline	CAG Glutamine	CGG Arginine	G
A	AUU Isoleucine	ACU Threonine	AAU Asparagine	AGU Serine	U
	AUC Isoleucine	ACC Threonine	AAC Asparagine	AGC Serine	C
	AUA Isoleucine	ACA Threonine	AAA Lysine	AGA Arginine	A
	AUG (START) Methionine	ACG Threonine	AAG Lysine	AGG Arginine	G
G	GUU Valine	GCU Alanine	GAU Asparagine	GGU Glycine	U
	GUC Valine	GCC Alanine	GAC Asparagine	GGC Glycine	C
	GUA Valine	GCA Alanine	GAA Glutamic acid	GGA Glycine	A
	GUG Valine	GCG Alanine	GAG Glutamic acid	GGG Glycine	G

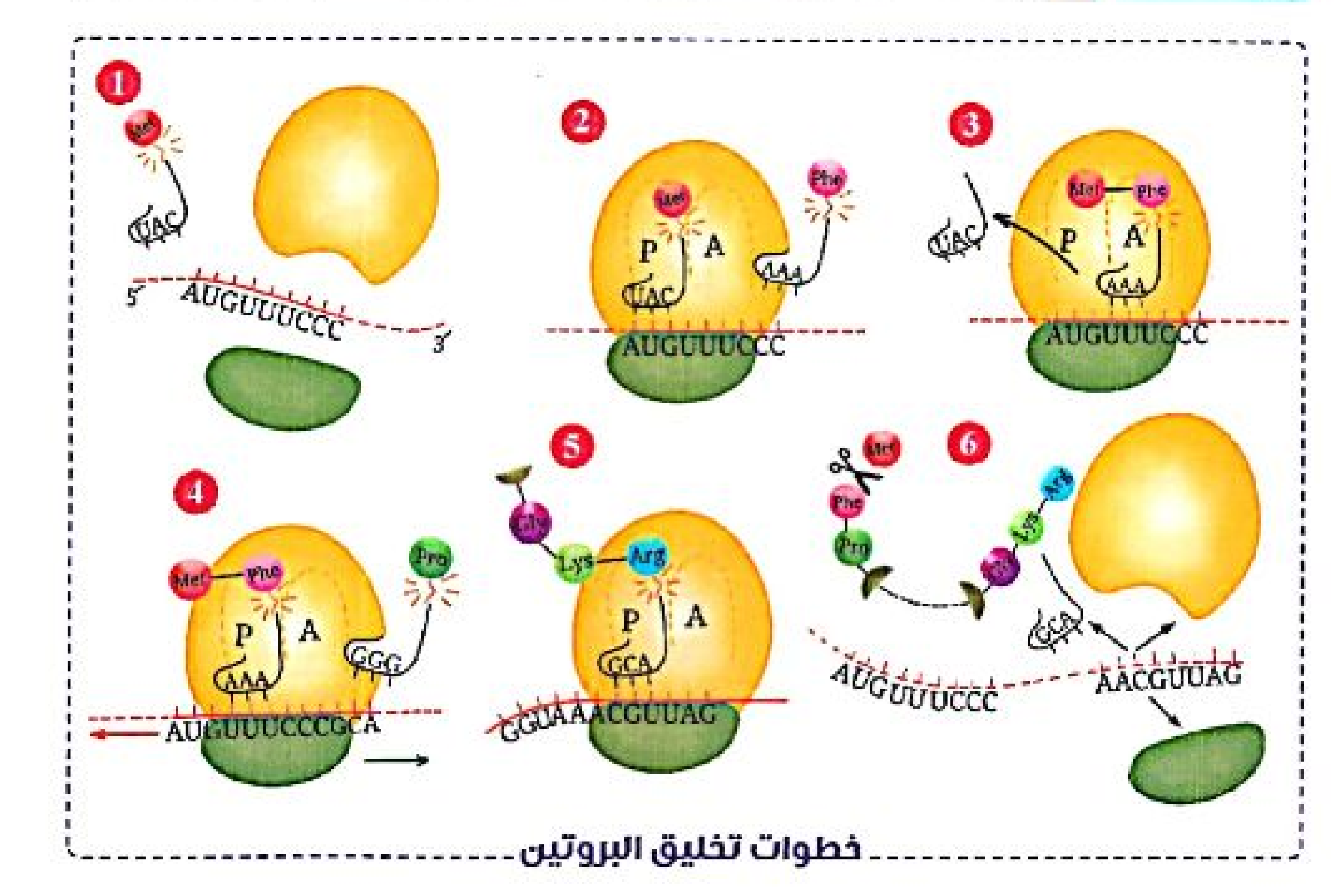


جدول الشفرات



تخليق البروتين Protein synthesis

مكان الحدوث	تحدث في السيتوبلازم داخل الخلايا الحية.
معدل الترجمة	يمكن تكوين سلاسل عديدات الببتيد بسرعة كبيرة نسبيًا بمعدل قد يصل إلى حوالي ١٠ أحماض أمينية كل ثانية فعلى سبيل المثال يتكون الأنسولين من سلسلتين من عديدات الببتيد يصل عدد الأحماض الأمينية في كليهما حوالي ٥٠ حمض أميني وبالتالي يستغرق الريبوسوم حوالي ٥ ثوان فقط في تصنيعه. (للاطلاع فقط)
التراكيب المستخدمة	• الريبوسومات. • حمض RNA الرسول mRNA. • حمض RNA الناقل tRNA. • أحماض أمينية. • بعض الإنزيمات.
المراحل	1 بدء عملية الترجمة. 2 استطالة سلسلة عديد الببتيد. 3 توقف عملية بناء البروتين.



خطوات تخليق البروتين

آلية تخليق البروتين

تتم عملية الترجمة على ٣ خطوات أساسية كالتالي:

أولاً بدء عملية الترجمة

1. ترتبط تحت وحدة الريبوسوم الصغيرة بجزيء mRNA من جهة الطرف (5') بحيث يكون أول كودون به AUG متجهًا إلى أعلى.
2. تتزاوج قواعد مضاد الكودون لجزيء tRNA الخاص بالميثيونين مع كودون AUG وبذلك يصبح الميثيونين أول حمض أميني في سلسلة عديد الببتيد التي ستبنى.
3. ترتبط تحت وحدة الريبوسوم الكبيرة بالمركب السابق (تحت وحدة الريبوسوم الصغيرة و mRNA و tRNA) وعندئذ تبدأ تفاعلات بناء البروتين.

ملحوظات:

- **يوجد على الريبوسوم موقع الببتيديل (p) وموقع أمينو أسيل (A) يمكن أن ترتبط بهما جزيئات tRNA.**
- **الميثيونين هو أول حمض أميني في سلسلة عديد الببتيد؛ لأن أول كودون على mRNA هو AUG ويمثل شفرة الحمض الأميني الميثيونين وهو يوجد عند موقع الببتيديل (p).**
- **تتم إزالة الميثيونين بعد انتهاء الترجمة بإنزيم MAP في حقيقيات النواة الذي يرمز له بالمقص على الرسم.**
- **قد يدخل ناقل الميثيونين في الموقع A أيضًا إذا كان الرسول يحمل شفرة AUG غير شفرة البدء.**

ثانيًا استطالة سلسلة عديد الببتيد

تبدأ سلسلة عديد الببتيد في الاستطالة في دورة تتكون من ثلاث خطوات:

1. يرتبط مضاد كودون tRNA آخر بالكودون التالي على جزيء mRNA في موقع الأمينو أسيل (A) حاملاً الحمض الأميني الثاني في سلسلة عديد الببتيد.
2. • يحدث **تفاعل نقل الببتيديل** الذي ينتج عنه تكوين رابطة ببتيدية بين الحمض الأميني الأول والثاني بمساعدة إنزيم منشط للتفاعل عبارة عن جزء من تحت وحدة الريبوسوم الكبيرة ويسمى بالرايبوزيم ribozyme.
   • يصبح tRNA الأول فارغًا ويترك الريبوسوم وقد يلتقط ميثيونيًا آخر، أما tRNA الآخر يحمل الحمضين الأمينيين معًا.
3. • يتحرك الريبوسوم على امتداد mRNA بحيث يصبح موقع الأمينو أسيل (A) خاليًا ويصبح الحمض الأميني الثاني أمام موقع الببتيديل (P) على الريبوسوم.
   • تبدأ الدورة مرة أخرى حيث يرتبط مضاد كودون tRNA مناسب بكودون mRNA جالبًا الحمض الأميني الثالث إلى الموضع المناسب على الموقع (A).
   • ترتبط سلسلة عديد الببتيد النامية بالحمض الأميني الجديد القادم على جزيء tRNA الثالث ثم يتكرر التتابع.

تفاعل نقل الببتيديل

تفاعل كيميائي يحدث في الريبوسومات وينتج عنه تكوين رابطة ببتيدية بين حمض أميني والحمض الذي يليه بمساعدة إنزيم منشط للتفاعل عبارة عن جزء من تحت وحدة الريبوسوم الكبيرة.

ثالثًا توقف عملية بناء البروتين

تقف عملية بناء البروتين عندما يصــل الريبوســوم إلى كودون وقف على mRNA حيث يرتبط **عامل الإطلاق** بكودون الوقف مما يجعل الريبوســوم يترك mRNA وتنفصــل تحت وحدتي الريبوســوم عن بعضــهما البعض، وتتحرر سلسلة عديد الببتيد النامية.

بمجرد أن يبرز (5´) لجزيء mRNA من الريبوسوم يرتبط به تحت وحدة ريبوسوم صغيرة أخرى لتبدأ دورة أخرى في بناء البروتين وهكذا.

عامل الإطلاق

بروتين يرتبط بكودون الوقف على جزئ mRNA ما يجعل الريبوسوم يترك mRNA وتنفصل تحت وحدتي الريبوسوم عن بعضهما البعض وتتحرر سلسلة عديد الببتيد المتكونة.

ملحوظة

- عادة ما يتصل بجزيء mRNA الواحد عدد من الريبوسومات قد يصل إلى مائة ريبوسوم حيث يترجم كل منها الرسالة بمروره على mRNA ويسمى في هذه الحالة «عديد الريبوسوم».



لاحظ كلما كان الريبوسوم قريبًا من الطرف 3´ كلما كانت السلسلة البروتينية قد اقتربت من النهاية فتكون أطول من تلك المحمولة على الريبوسوم القريب من الطرف 5´.

عديد الريبوسوم (بولي سوم) Polysome

اتصال جزيء mRNA واحد بعدد من الريبوسومات قد يصل إلى المائة ريبوسوم يترجم كل منها الرسالة بمروره على mRNA.

استنتاجات

- لاحظ ما يلي:

	خطوة البدء	خطوة الاستطالة	خطوة التوقف
تفاعل نقل الببتيديل	لا يوجد	يوجد	لا يوجد
بروتين عامل الإطلاق	لا يوجد	لا يوجد	يوجد

استنتاجات

- mRNA يحمل لغتي الأحماض الأمينية والنيوكليوتيدات، بينما tRNA يقرأ لغتي الأحماض الأمينية والنيوكليوتيدات.
- تلعب الجينات الموجودة على DNA دورًا مباشرًا وغير مباشر في تخليق البروتين، حيث أن:
  - بعض جينات DNA تنسخ إلى mRNA يحمل شفرات يتم ترجمتها إلى تتابع من الأحماض الأمينية والتي تكون البروتين (دور مباشر).
  - بعض جينات DNA تنسخ إلى rRNA يدخل أربعة أنواع منه في بناء الريبوسومات والتي تعتبر عضيات تخليق البروتين داخل الخلية (دور غير مباشر).
  - بعض جينات DNA تنسخ إلى tRNA المسئول عن نقل الأحماض الأمينية من السيتوبلازم إلى الريبوسومات لتخليق البروتين (دور غير مباشر).

أضف إلى معلوماتك

- تفاعل نقل الببتيديل يحدث عند موقع الببتيديل وليس موقع الأمينو أسيل في تحت وحدة الريبوسوم الكبيرة وذلك لأنها تحتوي على الإنزيم المنشط للتفاعل.
- يرتبط بروتين عامل الإطلاق بكودون الوقف عند موقع الأمينو أسيل وليس موقع الببتيديل وذلك لأنه يكون فارغا عند وصول الريبوسوم لكودون الوقف.
- اتجاه tRNA يكون في عكس اتجاه mRNA أثناء عملية الترجمة وذلك حتى تتكون الروابط الهيدروجينية بشكل سليم أثناء تعرف مضاد الكودون في tRNA على الكودون في mRNA.
- كل حركة للريبوسوم على mRNA تعادل مقدار كودون واحد فقط.
- يلاحظ من الصورة وجود مقص في نهاية عملية الترجمة وهو رمز لأحد الإنزيمات المسئولة عن فصل الحمض الأميني الميثيونين بعد عملية الترجمة فليس من الضروري وجود الميثيونين في كل سلاسل عديدات الببتيد المتكونة وإنما يمثل الكودون الخاص به إشارة لبدء عملية الترجمة فحسب.
- حركة الريبوسوم أثناء عملية الترجمة خلال جميع خطوات تخليق البروتين تستهلك طاقة.
- يتحرك الريبوسوم على شريط mRNA في اتجاه واحد فقط وهو 5´→3´.
- يكثر وجود مركبات عديد الريبوسوم في الخلايا النشطة التي تكون البروتينات بشكل مستمر مثل البنكرياس وخلايا الجهاز الهضمي بينما يقل وجودها نسبيا في الخلايا الأقل نشاطا مثل خلايا العظام والغضاريف.
- قد تحدث طفرة جينية نتيجة تغير في التركيب الكيميائي ولا ينشأ عنها بروتين مختلف؛ لأنه عند استبدال النيوكليوتيدة بأخرى على DNA قد تكون شفرة وراثية جديدة لنفس الحمض الأميني وذلك لأن بعض الأحماض الأمينية يكون لها أكثر من شفرة (ما عدا الميثيونين والتريبتوفان) وعند نسخها تترجم إلى نفس الحمض الأميني فيظل تركيب البروتين كما هو أو قد يحدث ذلك نتيجة استبدال النيوكليوتيدة بأخرى لإحدى التتابعات التي ينشأ عن نسخها كودون وقف بحيث يعطي شفرة أخرى تصلح أن تكون كودون وقف لأن ثلاثية شفرته على DNA قد تكون (ACT-ATT-ATC) وبالتالي لا يؤثر على البروتين



تطبيقات

- في شريط mRNA توجد القاعدة النيتروجينية اليوراسيل (U) بدلًا من القاعدة النيتروجينية الثايمين (T) الموجودة في DNA.
- الكودون يتكون من ٣ نيوكليوتيدات على شريط mRNA وبالتالي يكون:

عدد الكودونات = $\frac{\text{مجموع نيوكليوتيدات mRNA}}{٣}$

= $\frac{\text{مجموع نيوكليوتيدات شريط DNA المفرد}}{٣}$

= $\frac{\text{مجموع نيوكليوتيدات جزيء DNA المزدوج}}{٦}$

- أقصى عدد من أنواع الكودونات أو الشفرات على mRNA = $٤^٣$ = ٦٤.
- أقصى عدد من أنواع الكودونات أو شفرات الأحماض الأمينية على mRNA = ٦٤ - ٣ (كودونات وقف) = ٦١.
- أقصى عدد محتمل من أنواع مضادات الكودونات على tRNA = ٦١.
- عدد الأحماض الأمينية الناتجة من ترجمة mRNA = عدد الكودونات على mRNA - ١ (كودون وقف).
- عدد الروابط الببتيدية في سلسلة عديد الببتيد = عدد الأحماض الأمينية - ١.
-

ثلاثية الشفرة على DNA	الكودون على mRNA	مضادات الكودون على tRNA
TAC	AUG (كودون بدء)	UAC
ACT	UGA (كودون وقف)	لا يوجد مضاد كودون لكودون الوقف.
ATC	UAG (كودون وقف)	لا يوجد مضاد كودون لكودون الوقف.
ATT	UAA (كودون وقف)	لا يوجد مضاد كودون لكودون الوقف.

مثال: (الثانوية الأزهرية - دور أول - ٢٠١٧)

لديك جين يحمل التتابعات التالية على أحد أشرطته:

3´..... T-A-C-T-C-C-T-T-T-T-A-C-T-C-C-A-T-T ..... 5´

١. اكتب تتابع القواعد النيتروجينية على جزيء mRNA المنسوخ من الشريط السابق.
٢. كم عدد الأحماض الأمينية الناتجة من ترجمة جزيء mRNA.
٣. كم عدد أنواع الأحماض الأمينية الناتجة من ترجمة جزيء mRNA ؟
٤. كم عدد أنواع tRNA المستخدمة في ترجمة mRNA ؟ ولماذا ؟
٥. اكتب مضادات الكودونات على tRNA.
٦. كم عدد الروابط الببتيدية في سلسلة عديد الببتيد الناتجة ؟
٧. كم عدد اللفات الكاملة للجين ؟ مع تفسير إجابتك.

الإجابة

١. 5´..... A-U-G-A-G-G-A-A-A-A-U-G-A-G-G-U-A-A ..... 3´
٢. ٥ أحماض أمينية. ٣. ٣ أنواع فقط.

٤- ٣ أنواع فقط؛ لأن لكل حمض أميني نوع خاص من tRNA يتعرف عليه ثم يقوم بنقله ويرجع ذلك إلى وجود تكرار في الشفرتين AUG، AGG مرتين من نفس التتابع ولكل منهما نفس الشفرة لنفس الحمض الأميني فيكون لكل منهما نوع واحد فقط من tRNA وليس نوعين.
٥. UAC - UCC - UUU - UAC - UCC
٦. عدد الروابط الببتيدية = عدد الأحماض الأمينية - ١ = ٥ - ١ = ٤ روابط.
٧. عدد اللفات الكلى = $\frac{\text{عدد النيوكليوتيدات على شريط DNA}}{١٠}$ = $\frac{١٨}{١٠}$ = ١,٨ لفة.

عدد اللفات الكاملة = ١ لفة فقط.

مثال: (الثانوية العامة - دور أول - ٢٠١٧)

لديك قطعة من جزيء DNA تحمل التتابعات التالية على أحد أشرطتها:

3´..... TAC GGA ACT CGT TAC ATT ..... 5´

١. اكتب تتابع النيوكليوتيدات في قطعة mRNA المنسوخة من هذه القطعة.
٢. احسب عدد الأحماض الأمينية الناتجة من عملية الترجمة، مع التفسير.

الإجابة

١- 5´..... AUG CCU UGA GCA AUG UAA ..... 3´

٢- عدد الأحماض الأمينية الناتجة من عملية الترجمة= ٢ فقط؛ بسبب وجود كودون وقف في منتصف التتابع تنتهى عنده آلية تخليق البروتين بعد ترجمة شفرتين فقط وهو الكودون UGA حيث يرتبط به بروتين عامل الإطلاق مما يجعل الريبوسوم ينفصل عن mRNA وتتحرر سلسلة عديد الببتيد المتكونة وذلك قبل وصول الريبوسوم إلى كودون الوقف الموجود في نهاية التتابع فتنتهى عملية الترجمة.

مثال: (دليل التقويم)

إذا علمت أن كودون حمض الجلايسين GGA وكودون حمض الأرجنين AGG وكودون حمض الجلوتاميك GAG، اكتب ترتيب القواعد النيتروجينية في اللولب المزدوج الذى يعطى الأحماض الثلاثة بنفس الترتيب مضيفًا إليهم كودون بدء وكودون وقف.

الإجابة

نبنى شريط mRNA أولا كالتالي:

كودون بدء ... كودون وقف

5´..... AUG GGA AGG GAG UAG ..... 3´

- شريط DNA: 3´..... TAC CCT TCC CTC ATC ..... 5´
- الشريط المكمل: 5´..... ATG GGA AGG GAG TAG ..... 3´

مثال:

إذا علمت أنه ينتج عن ترجمة شريط mRNA سلسلة عديد ببتيد بها ٣٠٠ حمض أميني، احسب:

١- عدد النيوكليوتيدات الموجودة على mRNA
٢- عدد النيوكليوتيدات الموجودة على قطعة DNA المنسوخ منها هذا الشريط.

الإجابة

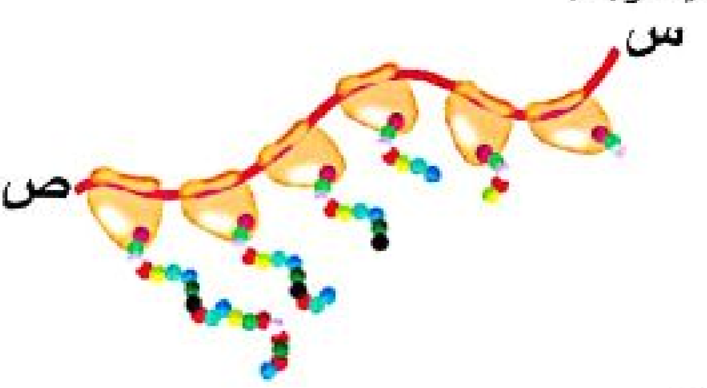
١- عدد النيوكليوتيدات على mRNA = (عدد الأحماض الأمينية X ٣) + ٣ (كودون وقف)

= (٣٠٠ X ٣) + ٣ = ٩٠٣ نيوكليوتيدة.

٢- عدد النيوكليوتيدات الموجودة على قطعة DNA = عدد النيوكليوتيدات على mRNA X ٢ = ٩٠٣ X ٢ = ١٨٠٦ نيوكليوتيدة.

أداء ذاتي

٧ الشكل التالي: يعبر عن عملية الترجمة.



افحص الشكل جيدا ثم أجب:

(١) عدد أنواع المركبات البروتينية الناتجة من الشكل المقابل يساوي

(أ) ١ (ب) ٣ (ج) ٥ (د) ٦

(٢) عدد النيوكليوتيدات الموجودة في شريط mRNA يساوي ....

(أ) ٥٤ (ب) ٥٧ (ج) ٦٠ (د) ٦٣

(٣) عدد أنواع tRNA التي تسهم في عملية الترجمة يساوي ....

(أ) ٤ (ب) ٦ (ج) ٩ (د) ٢٠

(٤) أي البدائل التالية تمثل الطرفين (س)، (ص) على الترتيب في الشكل المقابل ؟ ....

(أ) 3´ و 5´
(ب) 5´ و 3´
(ج) 3´ و 3´
(د) 5´ و 5´

---

٨ عدد أنواع الجينات التي ينسخ منها tRNA يساوي ....

(أ) ٧ (ب) ٨ (ج) ٦١ (د) ٦٤

---

٩ إذا علمت أن نسبة قواعد الجوانين في الشريط القالب تساوي ٢٠٪ وعدد قواعد السيتوزين في الشريط المكمل يساوي ٣٠ قاعدة، فكم يكون عدد الأحماض الأمينية الناتجة من ترجمة mRNA الخاص بهذا الجين ؟ ....

(أ) ٤٩
(ب) ٥٠
(ج) ٩٩
(د) ١٠٠

---

١٠ توجد معظم الريبوسومات في خلايا البنكرياس ....

(أ) حرة في السيتوبلازم
(ب) مرتبطة بسطح الشبكة الإندوبلازمية الملساء
(ج) مرتبطة بسطح الشبكة الإندوبلازمية الخشنة
(أ) داخل الميتوكوندريا



الفصل 2 — التكنولوجيا الجزيئية (الهندسة الوراثية) — الدرس 2

التكنولوجيا الجزيئية (الهندسة الوراثية) Genetic engineering

أحد مجالات العلم الحديث الذي يهتم باستخدام المادة الوراثية في العديد من التطبيقات الحياتية لحل العجز الجيني لخلايا الجسم أو إنتاج جينات تعمل بكفاءة أعلى بهدف التغلب على المشكلات الاجتماعية والاقتصادية والصحية والبيئية.

أهم تطبيقات التكنولوجيا الجزيئية

١ عزل جين مرغوب فيه وتكوين ملايين النسخ منه داخل خلية بكتيرية أو خلايا فطر الخميرة مثل جين إنتاج هرمون الأنسولين لعلاج مرض البول السكري.

٢ مقارنة التركيب الجيني داخل خلايا نفس الفرد أو خلايا أفراد مختلفة لتشخيص الأمراض الوراثية أو الأمراض الناتجة عن حدوث طفرات في تركيب الجين.

٣ التحليل البيوكيميائي للمحتوى الجيني لمعرفة نوع وترتيب النيوكليوتيدات المكونة لكل جين.

٤ التعرف على ترتيب الأحماض الأمينية المكونة لبروتين معين مثل الأنسولين وبالتالي التوصل إلى ترتيب النيوكليوتيدات المكونة للجين الذي سينسخ منه البروتين.

٥ نقل جينات وظيفية من خلايا إلى خلايا أخرى سواء نباتية أو حيوانية بهدف تحسين النسل واكتساب صفات وراثية جديدة.

٦ بناء جزيئات DNA حسب الطلب كالتالي:

- في عام ١٩٧٩م:

تمكن العالم الهندي الأصل (أمريكي الجنسية) خورانا Khorana من إنتاج جين صناعي وإدخاله إلى خلايا بكتيرية.

- حديثًا:

يوجد في المعامل نظم جينية يمكن برمجتها لإنتاج شريط قصير من DNA يحتوي على تتابع النيوكليوتيدات الذي ترغب فيه وذلك عن طريق إضافة النيوكليوتيدات المطلوبة وإنزيم البلمرة في أنابيب اختبار داخل مكان مخصص وبرمجة الآلة لربط النيوكليوتيدات ببعضها لتكوين الجين المطلوب.

٧ استخدام DNA المبني حسب الطلب في تجارب تخليق البروتين.

8. دراسة تأثير الأحماض الأمينية على وظيفة البروتين عن طريق تغيير الشفرة الوراثية لاستبدال حمض أميني بآخر مثل التجارب التي أجريت على بروتين الأنسولين لتغيير بعض الأحماض الأمينية ونتج عن ذلك تغير بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية للأنسولين المخلق صناعيا كزيادة مدة عمله في الجسم وإمكانية حقنه مرة واحدة بدلًا من ٤ مرات يوميًا.

تقنيات التكنولوجيا الجزيئية

تهجين الأحماض النووية

تكوين جزئ حمض نووي يتكون من شريطين أحدهما من كائن حي والشريط المتكامل معه من كائن آخر أيا كان نوع الشريطين سواء DNA أو RNA.

آلية الحدوث

الخطوات	المشاهدة	الشكل التوضيحي
1 تمزج أحماض نووية DNA من مصدرين مختلفين (نوعين مختلفين من الكائنات الحية مثل الإنسان والقرد).	-	
2 ترفع درجة حرارة المزيج إلى ١٠٠°م	تتكسر الروابط الهيدروجينية الضعيفة الموجودة بين أزواج القواعد النيتروجينية المتكاملة فتنفصل جزيئات DNA إلى أشرطة مفردة غير ثابتة التركيب.	
3 يترك الخليط ليبرد	يعاد تكوين الروابط الهيدروجينية مرة أخرى بشكل تلقائي حيث تميل الأشرطة المفردة للوصول لحالة الثبات فيحدث ازدواج للقواعد النيتروجينية المتكاملة بين الشرائط فتتكون بعض اللوالب المزدوجة الأصلية بالإضافة إلى عدد من اللوالب المزدوجة المهجنة (DNA مهجن) التي يتكون كل منها من شريط من كلا المصدرين.	

الاستنتاج (الأساس العلمي)	تتوقف شدة التصاق الشريطين في اللولب المزدوج على: ◆ درجة التكامل بين تتابعات القواعد النيتروجينية ويمكن قياس شدة الالتصاق بمقدار الحرارة اللازم لفصل الشريطين عن بعضهما مرة أخرى فكلما كانت شدة الالتصاق كبيرة بين الشريطين زاد مقدار الحرارة اللازمة لفصلهما. ◆ يمكن استخدام قدرة الشريط المفرد لـDNA أو RNA على الالتصاق طويلا في إنتاج لولب مزدوج هجين.

استنتاجات

- تتوقف درجة الحرارة اللازمة لفصل الشريطين عن بعضهما على درجة التكامل بين أزواج القواعد المتكاملة وعدد الروابط الهيدروجينية الموجودة بينها..
  وبالتالي فإن الأشرطة التي تحتوي على كمية كبيرة من قواعد الجوانين والسيتوزين تتطلب درجة حرارة أكبر من تلك التي تحتوي على كمية كبيرة من قواعد الأدنين والثايمين لأنها ترتبط معا بثلاث روابط هيدروجينية (عند تساوي العدد الكلي للنيوكليوتيدات في الشريطين).
- درجة الحرارة المستخدمة لفصل الشريطين عن بعضهما في تجارب التهجين غير كافية لكسر الروابط التساهمية بين أجزاء النيوكليوتيدات؛ لأنها روابط أقوى نسبيًا من الروابط الهيدروجينية وأكثر منها ثباتًا.
- DNA المهجن: عبارة عن لولب مزدوج يتكون من شريطين أحدهما من كائن حي والشريط المتكامل معه من كائن آخر.

تطبيقات (استخدامات) DNA المهجن

1. **الكشف عن وجود جين معين وتحديد كميته داخل المحتوى الجيني لعينة ما، ويتم ذلك كالتالي"**
   - يحضر شريط مفرد لتتابعات النيوكليوتيدات يتكامل مع أحد أشرطة الجين محل الدراسة وذلك باستخدام نظائر مشعة (حتى يسهل التعرف عليه بعد ذلك).
   - يخلط هذا الشريط مع العينة غير المعروفة.
   - نستدل على وجود الجين وكميته في الخليط بالسرعة التي تتكون بها اللوالب المزدوجة المشعة.

   مثل:
   الكشف عن وجود أحد الجينات المرضية مثل الجين BRCA الذي يستدل منه على وجود أورام الثدي لدى النساء.

2. **تحديد العلاقات التطورية بين الأنواع المختلفة من الكائنات الحية.**
   حيث إنه كلما تشابه تتابع النيوكليوتيدات الموجودة في DNA بين نوعين مختلفين من الكائنات الحية وزادت درجة التهجين بينهما، كلما كانت العلاقات التطورية بينهما أقرب.

   مثل:
   الاستدلال على نظرية التطور من خلال درجة القرابة العالية بين الإنسان والشمبانزي.

أداء ذاتي

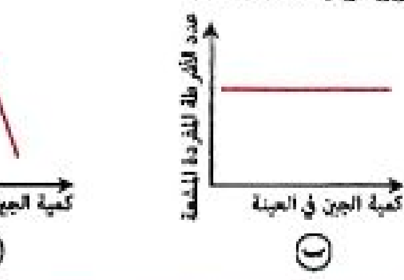
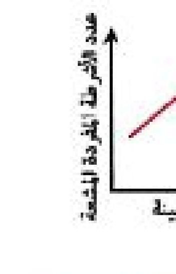
1 أي العبارات التالية هي الأدق من الناحية العلمية ؟ ....
(أ) معرفة تتابع الأحماض الأمينية في البروتين يؤدي إلى معرفة تركيب الكروموسوم
(ب) معرفة تتابع الأحماض الأمينية في البروتين يؤدي إلى معرفة تركيب الجين
(ج) معرفة تركيب الجين يؤدي إلى معرفة تركيب الكروموسوم
(د) معرفة تركيب الجين قد يؤدي إلى معرفة تركيب البروتين

2 أي الأشكال التالية يعبر عن العلاقة بين درجة التكامل بين الكائنات الحية ودرجة القرابة بين الأشرطة عند التهجين ؟ ....



3 أي الكائنات الحية التالية أعلى في درجة تهجين DNA عند مزج اللوالب المزدوجة الخاصة بخلاياها مع اللوالب المزدوجة المستخلصة من خلايا بنكرياس إنسان ؟ ....
(أ) نجم البحر
(ب) السلحفاة
(ج) الكنغر
(د) الحوت

4 أي العلاقات البيانية التالية يمكن استنتاجها من تجارب تهجين DNA أثناء الكشف عن وجود التتابع AGAAG في كروموسومات الدروسوفيلا ؟ ....


5 قطعتين DNA طول القطعة الأولى (2س) ونسبة الجوانين بها ٢٠٪، وطول القطعة الثانية (س) ونسبة الجوانين بها ٤٠٪.
في ضوء ذلك اختر أدق البدائل التالية ....
(أ) درجة الحرارة اللازمة لفصل اللولب المزدوج في القطعة الأولى أكبر من القطعة الثانية
(ب) درجة الحرارة اللازمة لفصل اللولب المزدوج في القطعة الأولى تساوي القطعة الثانية
(ج) درجة الحرارة اللازمة لفصل اللولب المزدوج في القطعة الثانية أكبر من القطعة الأولى
(د) يصعب تحديد درجة الحرارة اللازمة لفصل الشريطين عن بعضهما



إنزيمات القصر (القطع) البكتيرية

بروتينات محللة تكونها بعض سلالات البكتيريا والكائنات الدقيقة الأخرى لمقاومة الفيروسات المهاجمة لها عن طريق التعرف على مواقع معينة على DNA الفيروسي الغريب وتهضمه إلى قطع عديمة القيمة.

العدد:

استطاع العلماء -حتى الآن- عزل عدد كبير جدا من إنزيمات القصر من الكائنات الحية الدقيقة قد يصل إلى أكثر من ٢٥٠ نوعًا.

تاريخ اكتشافها:

- **لاحظ** العلماء أن الفيروسات التي تنمو داخل سلالات معينة من بكتيريا (E.coli) يقتصر نموها على هذه السلالات فقط ولا تستطيع أن تنمو داخل سلالات أخرى.
- **في السبعينات من القرن الماضي** أرجع الباحثون عدم وجود هذه الفيروسات داخل سلالات أخرى من البكتيريا إلى أن هذه السلالات المقاومة للفيروسات تفرز إنزيمات تتعرف على مواقع معينة على جزيء DNA الفيروسي الغريب وتهضمه إلى قطع عديمة القيمة سميت فيما بعد بـ«إنزيمات القصر».
- **مع تطور وسائل التحليل البيوكيميائي** استطاع العلماء فصل عدد كبير من هذه الإنزيمات والتعرف على خصائصها والمقارنة بينها لمعرفة آلية عملها

آلية عملها:

1 يتعرف كل إنزيم من إنزيمات القصر على تتابع معين يوجد على DNA مكون من (٤ : ٧) نيوكليوتيدات يعرف بـ«**موقع التعرف**» بغض النظر عن مصدر DNA (بكتيري - فيروسي - نباتي - حيواني).

2 يقص الإنزيم جزيء DNA عند هذا الموقع أو بالقرب منه بحيث يكون تتابع القواعد النيتروجينية على شريطي DNA عند موضع القطع هو نفسه عندما يقرأ التتابع على كل شريط في اتجاه (5′ ← 3′) تاركا أطرافا لاصقة مفردة.

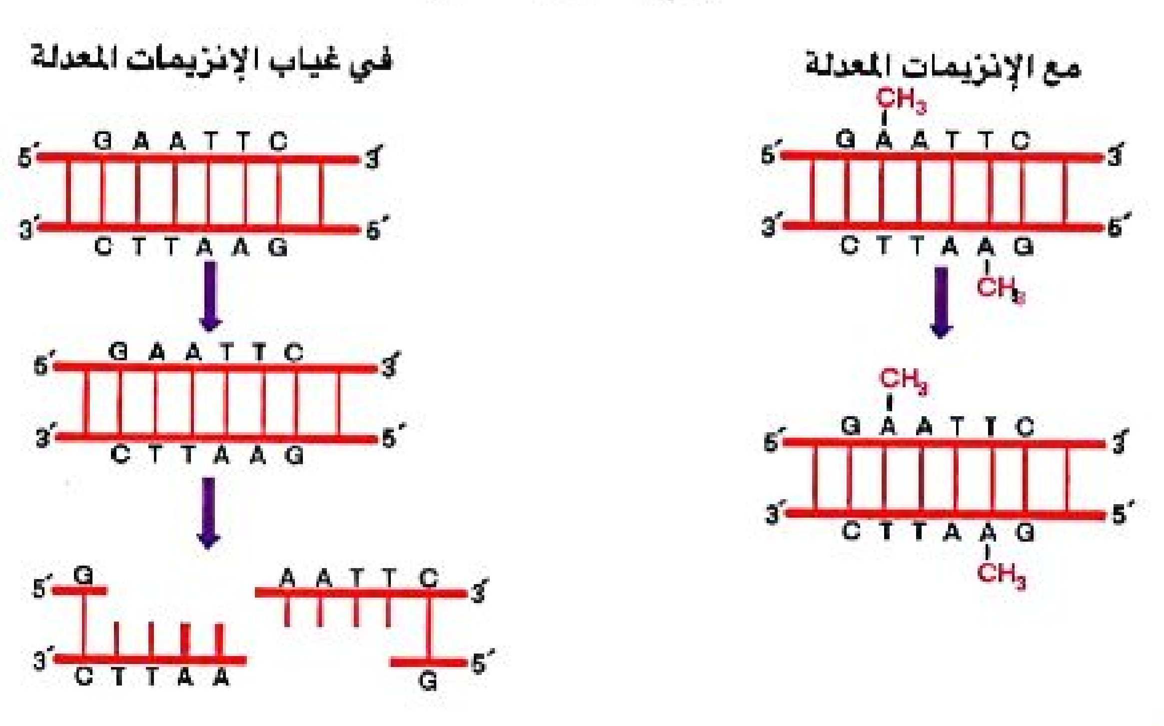
- ملحوظات:

1 إنزيمات القصر لا تتكون في البكتيريا إلا بعد إصابتها بالفيروس لذا يمكن اعتبارها أحد خطوط الدفاع المناعية التي تكونها البكتيريا لحماية نفسها من غزو الكائنات الممرضة.

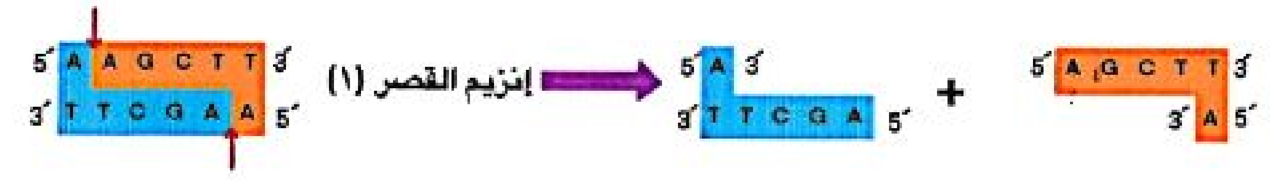
2 لا تهاجم إنزيمات القصر البكتيرية الحمض النووي DNA الخاص بالبكتيريا رغم احتوائه على العديد من مواقع التعرف، وذلك لأن هذه الأنواع من البكتيريا تفرز إنزيمات معدلة تضيف مجموعة ميثيل CH_3 إلى النيوكليوتيدات في مواقع جزيء DNA البكتيري التي تتماثل مع مواقع تعرف الفيروس مما يجعل DNA البكتيري مقاومًا لفعل هذه الإنزيمات وبذلك تحافظ الخلية البكتيرية على DNA الخاص بها من التحلل.

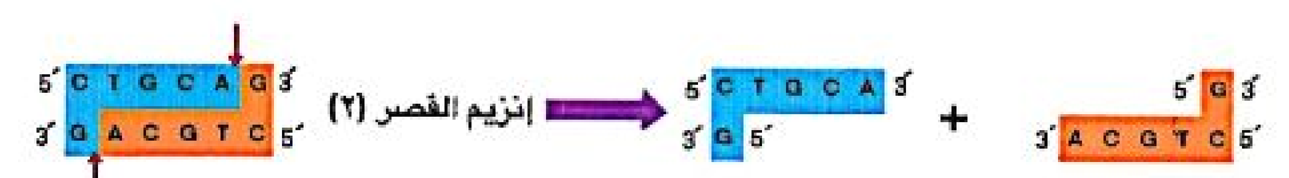
٣ تفرز البكتيريا المقاومة للفيروسات الإنزيمات المعدلة أولا ثم إنزيمات القصر حتى لا تتحلل مادتها الوراثية.

إنزيمات القصر



٤ لكل إنزيم قصر القدرة على قطع جزيء DNA بغض النظر عن مصدره وذلك لأن كل جزيئات DNA تتكون من نفس النيوكليوتيدات الأربعة وبالتالي يستطيع إنزيم القصر قطع جزئ DNA بغض النظر عن مصدره (فيروسي أو بكتيري أو نباتي أو حيواني) ما دام هذا الجزء يحتوي على نسخة أو أكثر من تتابعات التعرف

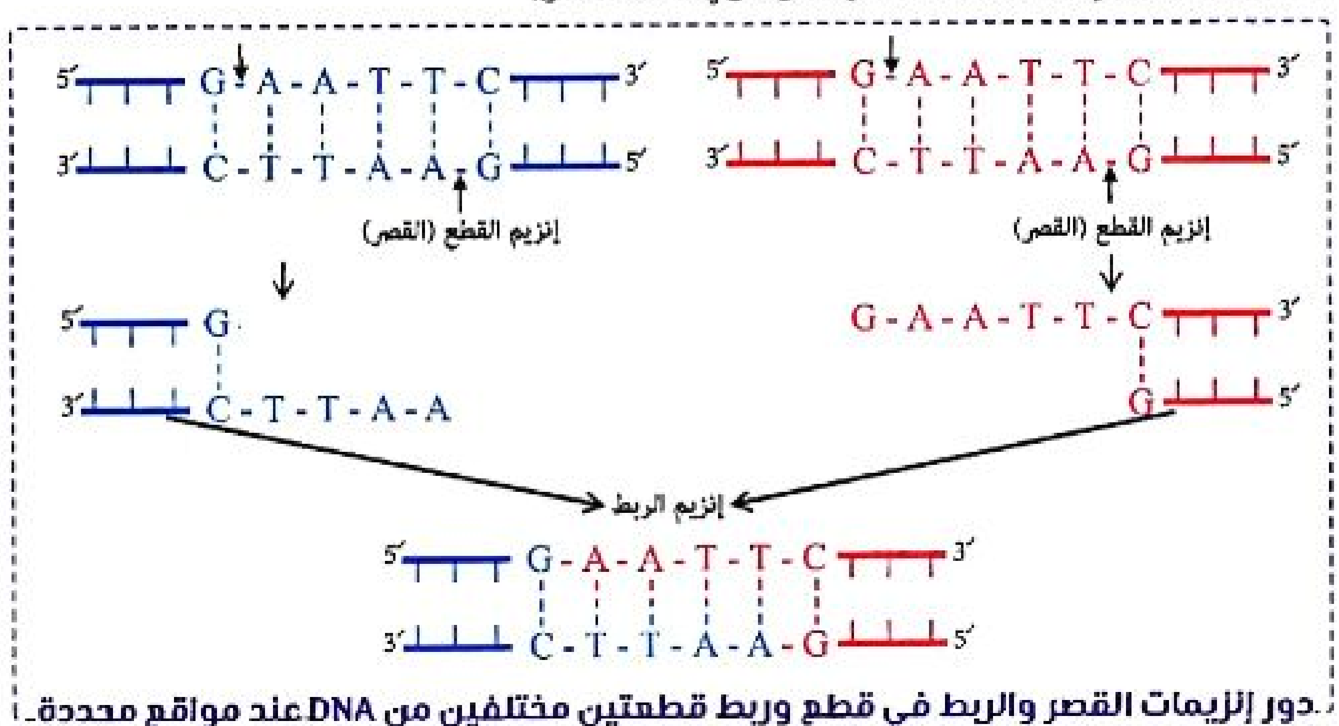




٥ إنزيمات القصر تعمل على تكسير الروابط الهيدروجينية بين أزواج القواعد المتكاملة والروابط التساهمية عند مواقع محددة على DNA (مواقع التعرف) ، بينما إنزيم الديوكسي ريبونيوكليز يحلل DNA كله تحليلا كاملا إلى مستوى النيوكليوتيدات

دور إنزيمات القصر في تطبيقات الهندسة الوراثية:

توفر وسيلة لقص DNA إلى قطع معلومة النيوكليوتيدات مكونة «أطرافاً لاصقة» وهي عبارة عن أشرطة مفردة مائلة يمكن أن تتزاوج قواعدها مع أطراف قطعة أخرى لشريط آخر ينتج من استخدام نفس الإنزيم على أي DNA آخر ثم يتم ربط الشريطين معاً إلى شريط واحد باستخدام إنزيم ربط، وبهذه الطريقة يستطيع الباحث لصق قطعة معينة من جزيء DNA بقطعة أخرى من جزيء DNA آخر.



دور إنزيمات القصر والربط في قطع وربط قطعتين مختلفين من DNA عند مواقع محددة

استنساخ تتابعات DNA

الحصول على عدد كبير من النسخ لأحد الجينات المطلوبة كجين الأنسولين من خلال إضافته لمزرعة بكتيرية أو فطر الخميرة عن طريق البلازميد أو باستخدام وسائل تكنولوجية حديثة كجهاز PCR.

طرق الحصول على تتابعات DNA

الطريقة	الخصائص	الإنزيمات	الآلية
١ فصل DNA من المحتوى الجيني للخلية	♦ طريقة مباشرة. ♦ أكثر تعقيدًا. ♦ أقل دقة. ♦ يمكن من خلالها الحصول على ملايين النسخ من قطع DNA المراد استنساخها.	♦ إنزيمات القصر	○ يتم الحصول على المحتوى الجيني للخلية (فصل كمية DNA الموجودة بها) باستخدام تقنيات مختلفة أشهرها إضافة الإيثانول المجمد إلى أنبوبة اختبار تحتوي على بعض خلايا الجسم ○ يتم قص قطعة DNA (الجين) بواسطة إنزيمات القصر المخصصة لكل جين. ○ يتم عزل الجين المراد استنساخه من الأنبوبة باستخدام تقنيات انتقائية مختلفة.

❷ استخدام mRNA	◆ طريقة غير مباشرة. ◆ أقل تعقيدًا. ◆ أكثر دقة.	◆ إنزيمات النسخ العكسي ◆ إنزيمات بلمرة DNA	○ يتم عزل mRNA من بعض الخلايا التي يكون بها الجين نشطًا، مثل: • خلايا البنكرياس التي تكون الأنسولين. • الخلايا المولدة لكرات الدم الحمراء في نخاع العظام الأحمر التي تكوّن الهيموجلوبين. ○ يتم استخدام mRNA كقالب لبناء شريط DNA يتكامل معه وذلك باستخدام إنزيم النسخ العكسي ○ يتم بناء الشريط المتكامل مع شريط DNA المتكون بواسطة إنزيم بلمرة DNA فنحصل على لولب مزدوج من DNA يمكن استنساخه.

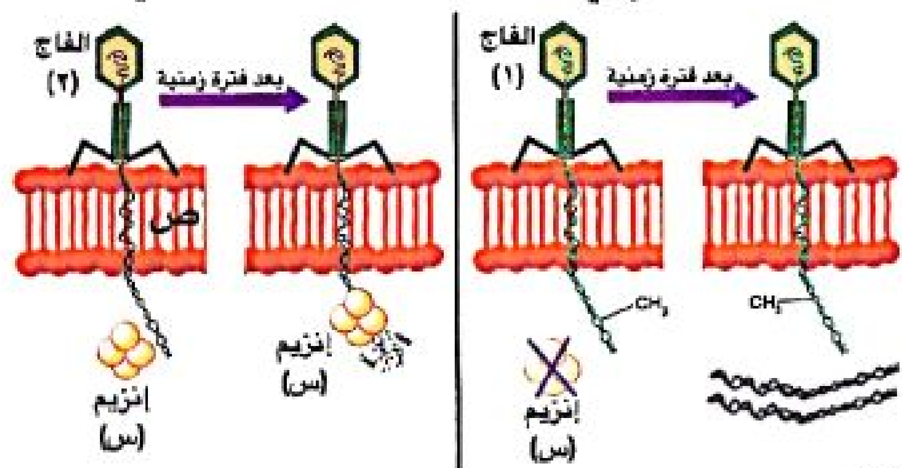
إنزيم النسخ العكسي

مكان الوجود	توجد شفرته في الفيروسات التي محتواها الجيني RNA مثل فيروس الإيدز.
الوظيفة	ضمان تضاعف الفيروسات داخل خلية العائل وذلك لاحتواء السيتوبلازم في خلية العائل على إنزيمات محللة لـRNA.
آلية العمل	تحويل المادة الوراثية للفيروس من RNA إلى DNA يرتبط بخلية العائل فلا يتحلل في السيتوبلازم لعدم وجود إنزيمات محللة لـDNA في السيتوبلازم.
التأثير على الروابط الكيميائية	تكوين روابط تساهمية بين النيوكليوتيدات المتجاورة على شريط DNA.
الشكل التوضيحي	فيروس – إنزيم النسخ العكسي – RNA الفيروسي – إنزيم النسخ العكسي – DNA الفيروسي – DNA الخلية – mRNA – النواة – خلية العائل

أداء ذاتي

❻ الشكل التالي يوضح أثر مهاجمة نوعين مختلفين من الفاج لخلية بكتيرية في أوقات زمنية مختلفة.

الحالة الثانية — الحالة الأولى



افحص الشكل جيدا ثم أجب:

(١) أي البدائل التالية صحيح عن الإنزيم المشار إليه بالرمز (س) ؟ ....
Ⓐ توجد شفرته في المحتوي الجيني لكل من البكتيريا والفيروسات
Ⓑ يتم بناؤه بواسطة ريبوسومات الشبكة الإندوبلازمية للبكتيريا
Ⓒ يلعب دورا مناعيا في الفقاريات
Ⓓ يمكن استخدامه في التوصل إلى علاج لمرضي السكر

(٢) التركيب المشار إليه بالرمز (ص) يعبر عن ؟ ....
Ⓐ الجدار الخلوي لبكتيريا إيشيريشيا كولاي
Ⓑ الغلاف البروتيني الخاص بالبكتيريوفاج
Ⓒ الغشاء البلازمي لبكتيريا إيشيريشيا كولاي
Ⓓ المحتوي الجيني لبكتيريا إيشيريشيا كولاي

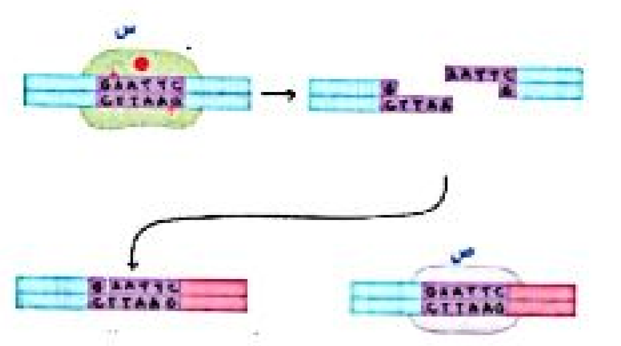
(٣) ترجع عدم قدرة الإنزيم (س) على القيام بعمله في الحالة الأولى إلى ....
Ⓐ غياب موقع التعرف على DNA الفيروسي
Ⓑ خلل في تركيب الإنزيم نتيجة طفرة جينية
Ⓒ عدم قدرة الإنزيم على الوصول إلى موقع التعرف
Ⓓ إفراز الفاج مواد سامة تثبط DNA البكتيري

(٤) من الشكل المقابل يمكن استنتاج أن ....
Ⓐ إنتاج الإنزيمات المعدلة يقتصر على البكتيريا لحماية محتواها الوراثي
Ⓑ قدرة بعض الفيروسات على تكوين إنزيمات معدلة لحماية محتواها الوراثي
Ⓒ الفيروسات تكون إنزيمات معدلة لحماية DNA البكتيري من التحلل
Ⓓ البكتيريا تكون إنزيمات معدلة لحماية DNA الفيروسي من التحلل

❼ أي البدائل التالية تصف آلية عمل إنزيم النسخ العكسي ؟ ....

	نوع الحمض النووي القالب	اتجاه العمل
Ⓐ	DNA	3′ ← 5′
Ⓑ	RNA	5′ ← 3′
Ⓒ	DNA	5′ ← 3′
Ⓓ	RNA	3′ ← 5′

1 في الشكل التالي:



أي البدائل التالية تمثل الإنزيمات المشار إليها بالرمزين (س) ، (ص) ؟ ....

	س	ص
أ	القطع	البلمرة
ب	القصر	الربط
ج	اللولب	الإنزيمات المعدلة
د	ديوكسي ريبو نيوكليز	الربط

طرق استنساخ قطع DNA

أ استخدام البلازميد أو الفاج

يعامل كل من الجين والبلازميد بنفس إنزيمات القصر حتى تتعرف على نفس مواقع التعرف وتقص DNA عندها مكونة نفس الأطراف اللاصقة فتتزاوج قواعد النهايات اللاصقة للبلازميد مع نهايات القواعد اللاصقة للجين المراد استنساخه بروابط هيدروجينية ثم يتم ربط الاثنين معًا بروابط تساهمية بنفس إنزيم الربط.

↓

يضاف البلازميد إلى مزرعة من البكتيريا أو خلايا الخميرة التي سبق معاملتها مسبقًا بالحرارة وكلوريد الكالسيوم لزيادة نفاذيتها لـDNA حيث تدخل البلازميدات إلى داخل الخلايا وكلما نمت هذه الخلايا وانقسمت تتضاعف البلازميدات مع تضاعف المحتوى الجيني للخلية.

↓

يتم تكسير الخلايا وتحرير البلازميدات منها وعليها قطع الجين المستنسخة.

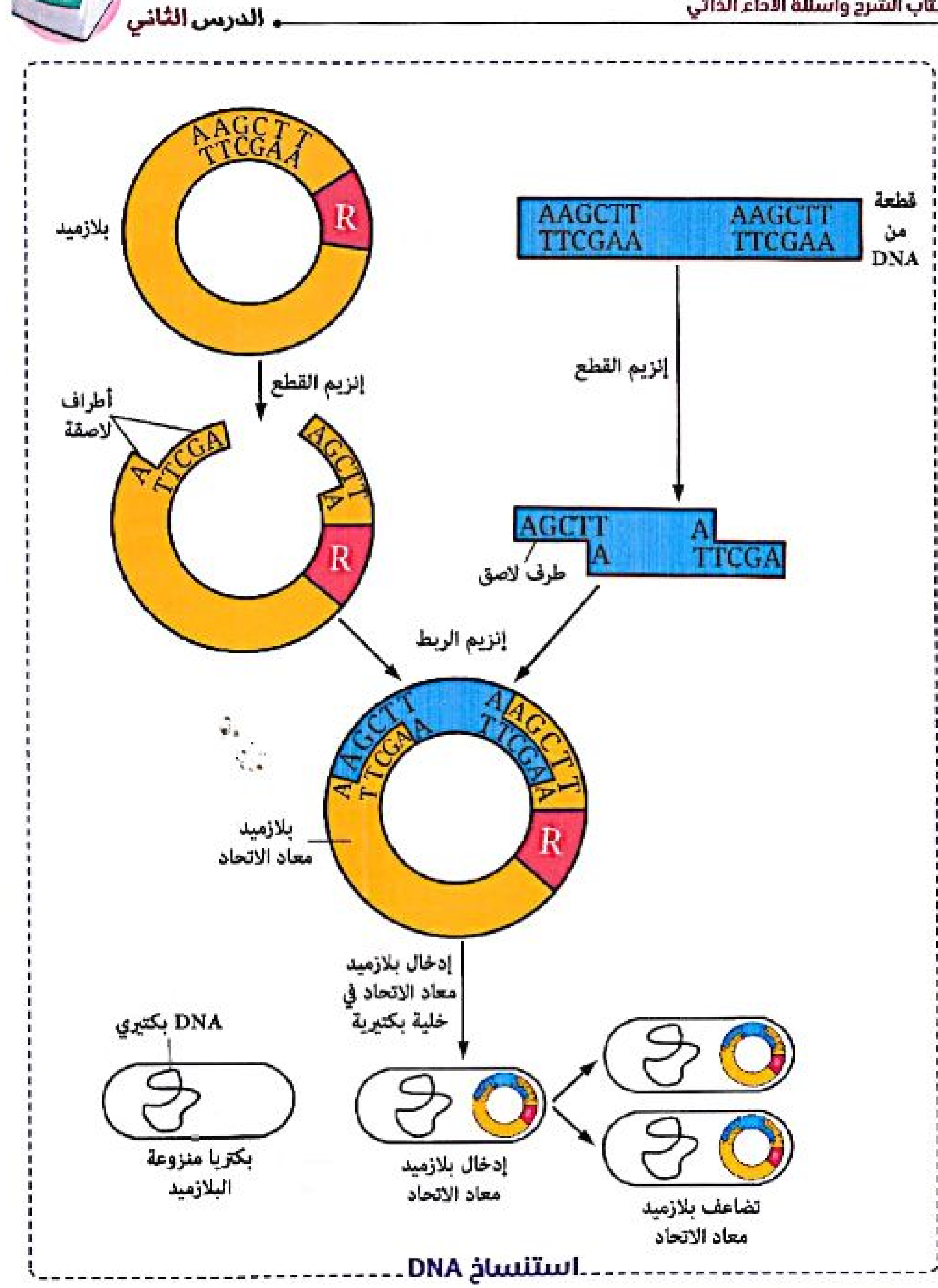
↓

يتم إطلاق الجين من نفس البلازميدات باستخدام نفس إنزيمات القصر التي سبق استخدامها.

↓

يتم عزل الجينات بالطرد المركزي المفرق.

وبذلك يصبح لدى الباحث كمية كافية من الجينات المتماثلة يستطيع تحليلها لمعرفة تتابع النيوكليوتيدات بها أو زراعتها في خلايا أخرى أو استخدامها في تجارب التكنولوجيا الجزيئية.



استنساخ DNA

ب استخدام جهاز Polymerase Chain Reaction (PCR)

جهاز PCR

أحد الأجهزة الحديثة تم اختراعه بواسطة العالم الأمريكي كاري موليس عام ١٩٨٥ وأخذ عليه جائزة نوبل في الكيمياء.

جهاز PCR

آلية عمله: مضاعفة قطع DNA آلاف المرات خلال دقائق باستخدام إنزيم تاك بوليميريز Taq Polymerase الذي يعمل عند درجة حرارة مرتفعة جدًا.

أشهر استخداماته:

1. معرفة ترتيب القواعد النيتروجينية في المحتوى الجيني وبالتالي سهولة تصنيف الكائنات الحية.
2. تشخيص بعض الأمراض الوراثية الناتجة عن وجود خلل في التركيب الجيني قبل أو بعد الولادة.
3. تشخيص بعض الأمراض الفيروسية مثل الإصابة بفيروس الكورونا.
4. البحث الجنائي وقضايا إثبات النسب أو نفيه.

عيوبه:
عدم إصلاح الأخطاء التي تحدث أثناء تضاعف قطع DNA لعدم وجود إنزيمات إصلاح عيوب DNA خارج الخلية.

- مقارنة بين إنزيم التاك بوليميريز وإنزيم بلمرة DNA:

	إنزيم التاك بوليميريز	إنزيم بلمرة DNA
مكان الوجود	يتكون داخل نوع معين من البكتيريا التي تعيش في المياه الحارة ويتم استخراجه منها لاستخدامه في جهاز PCR خارج الخلايا.	يتكون داخل جميع الخلايا الحية سواء أوليات النواة أو حقيقيات النواة.
تأثير الحرارة	لا يتأثر بالحرارة العالية ويعمل في وجودها، ودرجة حرارته المثلى ٧٢ درجة مئوية.	يتأثر بالحرارة العالية ولا يعمل في وجودها.
الوظيفة	مضاعفة قطع DNA آلاف المرات خلال عدة دقائق في جهاز PCR.	تضاعف DNA داخل الخلية عن طريق بناء أشرطة DNA الجديدة وذلك بإضافة نيوكليوتيدات جديدة والربط بينها من البداية 5' إلى النهاية 3' لشريط DNA الجديد.
التأثير على الروابط الكيميائية	تكوين روابط تساهمية بين النيوكليوتيدات المتجاورة على شريط DNA والتي بدورها تكون روابط هيدروجينية مع النيوكليوتيدات المقابلة على الشريط الآخر.	

DNA معاد الاتحاد

عملية إدخال جزء من DNA الخاص بكائن حي إلى خلايا كائن حي آخر.

يتخيل بعض العلماء أنه قد يأتي الوقت الذي يمكن فيه إدخال نسخًا من جينات طبيعية إلى بعض الأفراد المصابة بعض جيناتهم بالعطب وبذلك نزيل عنهم المعاناة ونعفيهم من الاستخدام المستمر للعقاقير لعلاج النقص الوراثي..

ومن الواضح أن هذه التكنولوجيا قد تكون خطرة جدًا لو استخدمت لتحقيق أغراض أخرى ولذلك هناك من يعارضون بشدة استمرار البحث في هذا المجال.

التطبيقات العملية لتكنولوجيا DNA معاد الاتحاد

أ في مجال الطب

إنتاج بروتينات مفيدة على نطاق تجاري واسع، مثل:

1 إنتاج هرمون الأنسولين البشري الذي يحتاجه يوميًا ملايين البشر المصابين بمرض السكر.

- رخصت الولايات المتحدة الأمريكية استخدام الأنسولين المعد بتكنولوجيا DNA معاد الاتحاد عام ١٩٨٢م لأول مرة.
- كان يتم استخلاص الأنسولين قبل ذلك من بنكرياس المواشي والخنازير وهذه العملية طويلة ومرتفعة التكلفة.
- تمكن العلماء من إدخال جينات الأنسولين داخل خلايا بكتيرية وبذلك أصبحت البكتيريا نفسها منتجة للأنسولين.
- الأنسولين البشري الذي تنتجه البكتيريا ما زال مرتفع التكلفة إلا أنه أفضل لبعض المرضى الذين لا يتحملون الفروق الطفيفة بين الأنسولين البشري وأنسولين الأنواع الأخرى.
- مع تحسين طرق الإنتاج قد يصير الأنسولين البكتيري أقل تكلفة.



2 إنتاج الإنترفيرونات Interferones.

- **الإنتاج:** إدخال جينات الإنترفيرونات البشرية داخل خلايا بكتيرية وبذلك تصبح البكتيريا منتجة للإنترفيرونات وقد بلغ عدد هذه الجينات حوالي ١٥ جينًا.
- **الأهمية:** وقف تضاعف الفيروسات خاصة التي يكون محتواها الجيني RNA مثل الإنفلونزا وشلل الأطفال والإيدز حيث تنطلق الإنترفيرونات من الخلايا المصابة بالفيروس إلى الخلايا المجاورة لها لتعمل على وقايتها من مهاجمة الفيروس.
- **الآمال حول الإنترفيرونات:** تخيل العلماء أنه يمكن استخدامها في علاج بعض الأمراض الفيروسية بالإضافة إلى بعض أنواع السرطان ولكن الدراسات المبدئية لاستخدام الإنترفيرون في علاج السرطان كانت مخيبة للآمال وقد يرجع ذلك لمشاكل تقنية يمكن التغلب عليها فيما بعد.
- **التكلفة:** كان الإنترفيرون المستخدم في الطب حتى عام ١٩٧٠م يستخلص بصعوبة من الخلايا البشرية لذلك كان نادر الوجود ومرتفع الثمن، وقد تمكن الباحثون في مصانع الأدوية في الثمانينات من إدخال ١٥ جينا بشريًا للإنترفيرون داخل خلايا بكتيرية وبذلك أصبح الإنترفيرون الآن وفيرًا ورخيص الثمن نسبيًا.

ب في مجال الزراعة

قد يتمكن الباحثون الزراعيون في القريب العاجل من:

1. **إدخال جينات مقاومة للمبيدات العشبية ولبعض الأمراض الهامة لنباتات المحاصيل.**
2. **عزل ونقل الجينات الموجودة في النباتات البقولية** (والتي تمكنها من استضافة البكتيريا القادرة على تثبيت النيتروجين الجوي في جذورها) إلى نباتات محاصيل أخرى لا تستطيع استيعاب هذه البكتيريا، ومن ثم يمكن الاستغناء عن إضافة الأسمدة النيتروجينية عالية التكلفة والتي تسبب تلوث المياه في المناطق الزراعية.

أضف إلى معلوماتك

- تستطيع بعض النباتات البقولية استضافة نوع معين من البكتيريا على العقد الجذرية الخاصة بها حيث تنشأ بينهما علاقة تبادل منفعة mutualism تتمثل في:
  - حصول البكتيريا على الكربوهيدرات كمصدر تغذية من العقد الجذرية للبقوليات.
  - تحويل البكتيريا النيتروجين الجوي الموجود في صورة غازية (لا تستطيع النباتات البقولية امتصاصه) إلى نيتروجين عضوي في صورة بروتينات تتحلل بعد ذلك لتعطي النيتروجين المعدني في صورة أملاح النترات أو الأمونيا مثلا يمكن لهذه النباتات امتصاصه والاستفادة به.

ج في مجال التجارب والأبحاث

لقد تمكن الباحثون من:

1. **زرع جين لون الياقوت الأحمر للعيون من سلالة من ذبابة الفاكهة** (الدروسوفيلا) في خلايا مقرر لها أن تكون أعضاء تكاثرية لجين من سلالة أخرى وعندما نمت الأجنة إلى أفراد انتقل إليها الجين الذي أضفى على الأجيال الناتجة عن هذه الأفراد صفة لون الياقوت الأحمر للعيون بدلا من اللون البني.
2. **إدخال جين يحمل شفرة هرمون النمو من فأر من النوع الكبير (أو من إنسان) إلى فئران من النوع الصغير**، فنمت هذه لفئران الصغيرة إلى ضعف حجمها الطبيعي، وقد انتقلت هذه الصفة إلى الأجيال التالية.

القلق من مخاطر DNA معاد الاتحاد

يعتري بعض العلماء القلق لأنه من المحتمل أن يتم إدخال جين مسئول عن إنتاج مادة سامة خطرة داخل خلايا بكتيرية وإطلاقها في العالم ولكن هذا الاحتمال ضعيف؛ لأنه على الرغم من أن سلالات البكتيريا المستخدمة في تجارب DNA معاد الاتحاد هي E.coli التي تعيش في أمعاء الإنسان إلا أن السلالة المستخدمة في التجارب لم تعش داخل جسم الإنسان لعدة آلاف من الأجيال وقد تغيرت هذه البكتيريا فأصبحت غير قادرة على الحياة إلا في منازلها من أنابيب الاختبار.

الجينوم البشري

المجموعة الكاملة من الجينات الموجودة على كروموسومات الخلية البشرية.

في الخمسينيات من القرن الماضي، كان أفضل اكتشاف بيولوجي هو إثبات واطسون وكريك عام ١٩٥٣ أن الجينات عبارة عن لولب مزدوج من الحمض النووي DNA.
بعدها بدأ العلماء في البحث عن الجينات وتوالت الاكتشافات.



في عام ١٩٨٠ م ظهرت فكرة الجينوم البشري وتعرف العلماء على حوالي ٤٥٠ جينًا من الجينات البشرية.



في منتصف الثمانينات توصل العلماء إلى ١٥٠٠ جينًا بعضها:
- يسبب زيادة الكوليسترول في الدم (أحد أسباب مرض القلب).
- يمهد للإصابة بالأمراض السرطانية.



حديثًا توصل العلماء إلى وجود من ٦٠ : ٨٠ ألف جين في الإنسان موجودة على ٢٣ زوج من الكروموسومات وتعرف المجموعة الكاملة للجينات بالجينوم البشري وتم اكتشاف أكثر من نصف هذه الجينات حتى الآن.

ملحوظة
- ترتب الكروموسومات من رقم (١) : (٢٣) حسب الحجم فيما يعرف بـ«الطرز الكروموسومي» ولا يخضع الكروموسوم (X) لهذا الترتيب لأنه كروموسوم جنسي وباقي الكروموسومات جسدية لذلك فهو يلي الكروموسوم السابع في الحجم ولكنه يترتب في نهاية الكروموسومات ويحمل الرقم (٢٣).

– أمثلة لموضع الجينات التي تم تحديدها على الكروموسومات في الإنسان:

الجين	♦ جين البصمة.	♦ جينات فصائل الدم.	♦ الجين المسئول عن تكوين الأنسولين. ♦ الجين المسئول عن تكوين الهيموجلوبين.	♦ جين عمى الألوان. ♦ جين الهيموفيليا (سيولة الدم).
الموضع	الكروموسوم الثامن	الكروموسوم التاسع	الكروموسوم الحادي عشر	الكروموسوم (X)

استخدامات الجينوم البشري

1. معرفة الجينات المسببة للأمراض الوراثية الشائعة والنادرة.
2. معرفة الجينات المسببة لعجز بعض الأعضاء عن أداء وظائف الجسم.

٣ الاستفادة منه في المستقبل في صناعة العقاقير والوصول إلى عقاقير بلا آثار جانبية.

٤ دراسة تطور الكائنات الحية من خلال مقارنة الجينوم البشري بغيره من جينات الكائنات الحية الأخرى.

٥ تحسين النسل من خلال التعرف على الجينات المرضية في الجنين قبل ولادته والعمل على تعديلها.

٦ تحديد خصائص وصفات أي إنسان يعيش على سطح الأرض من خلال فحص خلية جسدية أو حيوان منوي، فيمكن من خلال الجينوم البشري أن نرسم صورة لكل شخص بكل ملامح وجهه.

أداء ذاتي

٩ الشكل المقابل يعبر عن عملية نسخ DNA:
إذا علمت أن الإكسونات هي مناطق في الجين تمثل شفرة، بينما الإنترونات مناطق في الجين لا تمثل شفرة فأي البدائل التالية تمثل الأجزاء (س)، (ص) على DNA ؟ ....

	س	ص
أ	إنترون	إكسون
ب	إكسون	إكسون
ج	إكسون	إنترون
د	إنترون	إنترون

١٠ الشكل التالي يوضح الطرز الكروموسومي الناتج من تحليل المحتوى الجيني لإحدى خلايا جلد إنسان.
أي البدائل التالية صحيح عن النتائج الموضحة في هذا الطرز الكروموسومي ؟ ....

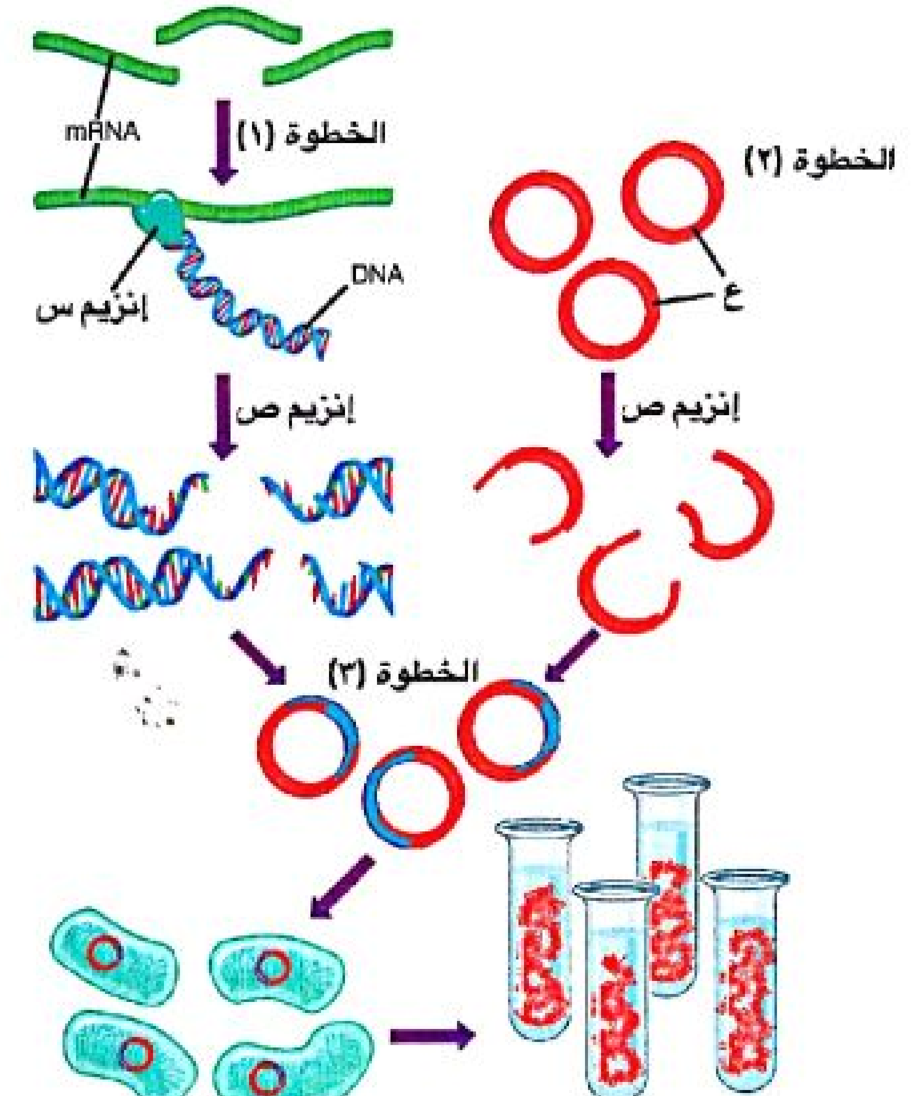
	الجنس	الحالة المرضية
أ	ذكر	كلاينفلتر
ب	أنثى	داون
ج	أنثى	تيرنر
د	ذكر	داون

١١ جميع البدائل التالية مقترنة مع بعضها بشكل صحيح ماعدا ....

	الجين	رقم زوج الكروموسومات
أ	فصيلة الدم AB	٩
ب	تكوين البروتين الناقل للأكسجين	١١
ج	جين الطب الجنائي	٨
د	مرض سيولة الدم	٧

١٢ يتشابه إنزيم التاك بوليمريز مع إنزيم بلمرة DNA في ....
(أ) إمكانية تكوين روابط تساهمية بين النيوكليوتيدات المتجاورة
(ب) الشفرة الوراثية التي ينسخ منها على DNA
(ج) قدرته على تحرير الطاقة المختزنة في جزيئات ATP
(د) فترة عمر النصف

١٣ في الشكل التالي:



أي البدائل التالية تمثل الإنزيمات المشار إليها بالرموز (س) ، (ص) ؟ ....

	الإنزيم (س)	الإنزيم (ص)
أ	النسخ العكسي	الربط
ب	بلمرة DNA	الربط
ج	النسخ العكسي	القصر
د	بلمرة RNA	القصر

أهم الإنزيمات في باب البيولوجيا الجزيئية

الإنزيم	الأهمية البيولوجية	التأثير على الروابط الكيميائية
الديوكسي ريبونيوكليز	إثبات أن DNA هو المادة الوراثية وليس البروتين.	تكسير الروابط التساهمية والهيدروجينية وبالتالي يعمل على تحليل DNA تحليلا كاملا إلى مستوى نيوكليوتيدات مفردة.
اللولب	يشارك في تضاعف DNA في أوليات وحقيقيات النواة.	تكسير الروابط الهيدروجينية بين أزواج القواعد المتكاملة فيفصل اللولب المزدوج إلى شرائط مفردة.
بلمرة DNA	يشارك في تضاعف DNA في أوليات وحقيقيات النواة.	تكوين روابط تساهمية بين النيوكليوتيدات المتجاورة والتي بدورها تكون روابط هيدروجينية مع النيوكليوتيدات المتقابلة بشكل تلقائي.
الربط	• يشارك في تضاعف DNA في أوليات وحقيقيات النواة. • إصلاح عيوب DNA. • يلعب دور هام في الهندسة الوراثية.	تكوين روابط تساهمية بين النيوكليوتيدات المتجاورة والتي بدورها تكون روابط هيدروجينية مع النيوكليوتيدات المتقابلة بشكل تلقائي.
بلمرة RNA	نسخ الـDNA إلى RNA.	تكوين روابط تساهمية بين الريبونيوكليوتيدات المتجاورة.
الإنزيم المنشط لتفاعل نقل البتيديل	يشارك في تخليق البروتين أثناء عملية ترجمة mRNA.	تكوين روابط ببتيدية بين الأحماض الأمينية وبعضها لتكوين سلسلة عديد ببتيد.
القصر	• تضاعف الفيروسات التي محتواها الجيني RNA في خلية العائل. • يستخدم في تجارب استنساخ تتابعات DNA.	تكسير الروابط التساهمية والهيدروجينية عند مواضع محددة على DNA تعرف بمواقع التعرف.
النسخ العكسي	• حماية البكتيريا والكائنات الدقيقة من مهاجمة الفيروسات لها. • تستخدم في تجارب استنساخ تتابعات DNA.	تكوين روابط تساهمية بين النيوكليوتيدات المتجاورة.
التاك بوليمريز	مضاعفة DNA في جهاز PCR.	تكوين روابط تساهمية بين النيوكليوتيدات المتجاورة والتي بدورها تكون روابط هيدروجينية مع النيوكليوتيدات المتقابلة بشكل تلقائي.

الباب الأول

الفصل 1 — الدعامة في الكائنات الحية — الدرس 1

(١) جـ (٢) أ (٣) جـ (٤) جـ (٥) ب
(٦) جـ (٧) د (٨) د (٩) ب (١٠) جـ
(١١) جـ (١٢) جـ (١٣) د (١٤) جـ (١٥) ب
(١٦) جـ (١٧) ب (١٨) د (١٩) أ (٢٠) ب
(٢١) جـ (٢٢) د (٢٣) أ (٢٤) د (٢٥) ب
(٢٦) ب (٢٧) جـ (٢٨) أ (٢٩) د (٣٠) د
(٣١) جـ (٣٢) جـ

الفصل 1 — الحركة في الكائنات الحية — الدرس 2

(١) د (٢) جـ (٣) د (٤) جـ (٥) جـ
(٦) أ (٧) ب (٨) د (٩) جـ (١٠) ب
(١١) جـ (١٢) جـ (١٣) ب (١٤) جـ (١٥) جـ
(١٦) جـ (١٧) د (١٨) جـ

الفصل 2 — من بداية التنسيق الهرموني حتى نهاية الغدة النخامية — الدرس 1

(١) د (٢) جـ (٣) جـ (٤) د (٥) أ
(٦) جـ (٧) د (٨) جـ (٩) ب (١٠) ب
(١١) د (١٢) جـ (١٣) د (١٤) جـ (١٥) د

الفصل 2 — من بداية الغدة الدرقية حتى نهاية الفصل — الدرس 2

(١) جـ (٢) جـ (٣) جـ (٤) أ (٥) د
(٦) جـ (٧) أ (٨) د (٩) جـ (١٠) د
(١١) د (١٢) ب (١٣) جـ (١٤) ب (١٥) جـ
(١٦) د

الفصل 3 — طرق التكاثر في الكائنات الحية — الدرس 1

(١) أ (٢) جـ (٣) ب (٤) جـ (٥) ب
(٦) أ (٧) جـ (٨) جـ (٩) د (١٠) ب
(١١) أ (١٢) جـ (١٣) أ (١٤) أ (١٥) جـ
(١٦) د (١٧) أ (١٨) د (١٩) جـ (٢٠) د
(٢١) د (٢٢) ب (٢٣) جـ (٢٤) د (٢٥) د

الفصل 3 — تابع طرق التكاثر في الكائنات الحية — الدرس 2

(١) جـ (٢) جـ (٣) ب (٤) ب (٥) جـ
(٦) جـ (٧) ب (٨) د (٩) د (١٠) د
(١١) جـ (١٢) ب (١٣) ب (١٤) د (١٥) جـ
(١٦) د (١٧) ب (١٨) د (١٩) د (٢٠) جـ
(٢١) ب (٢٢) أ

الفصل 3 — التكاثر في النباتات الزهرية — الدرس 3

(١) جـ (٢) جـ (٣) جـ (٤) ب (٥) ب
(٦) أ (٧) ب (٨) جـ (٩) جـ (١٠) جـ
(١١) د (١٢) جـ (١٣) جـ (١٤) د (١٥) أ
(١٦) جـ (١٧) د (١٨) جـ (١٩) جـ (٢٠) د

الفصل 3 — من بداية التكاثر في الإنسان حتى نهاية دورة الطمث — الدرس 4

(١) أ (٢) ب (٣) د (٤) جـ (٥) ب
(٦) د (٧) أ (٨) ب (٩) د (١٠) جـ
(١١) جـ (١٢) ب (١٣) د (١٤) أ (١٥) جـ
(١٦) جـ (١٧) (١) ب (١٧) (٢) ب

الفصل 3 — من بداية الإخصاب حتى نهاية الفصل — الدرس 5

(١) أ (٢) جـ (٣) ب (٤) جـ (٥) ب
(٦) جـ (٧) ب (٨) د (٩) ب (١٠) ب
(١١) جـ (١٢) د (١٣) ب (١٤) جـ (١٥) ب

الفصل 4 — المناعة في النبات — الدرس 1

(١) د (٢) جـ (٣) ب (٤) ب (٥) جـ
(٦) ب (٧) د (٨) جـ (٩) جـ (١٠) أ
(١١) جـ (١٢) د (١٣) أ (١٤) د

الفصل 4 — تركيب الجهاز المناعي في الإنسان — الدرس 2

(١) د (٢) (١) د (٢) (٢) د (٢) (٣) د (٣) د
(٤) (١) جـ (٤) (٢) ب (٤) (٣) أ (٤) (٤) جـ (٤) (٥) ب
(٥) جـ (٦) د (٧) د (٨) د (٩) جـ
(١٠) جـ (١١) جـ (١٢) جـ (١٣) د (١٤) جـ
(١٥) ب (١٦) د



الفصل 4 — آلية عمل الجهاز المناعي في الإنسان — الدرس 3

(١) أ　(٢) د　(٣) جـ　(٤) د　(٥) ① ب
(٥) ② جـ　(٥) ③ د　(٦) ب　(٧) ① جـ　(٧) ② ب
(٧) ③ جـ　(٧) ④ ب　(٨) د　(٩) ① جـ　(٩) ② د
(٩) ③ ب　(٩) ④ ب　(١٠) جـ　(١١) جـ　(١٢) جـ





الباب الثاني

الفصل 1 — جهود العلماء لمعرفة المادة الوراثية للكائن الحي — الدرس 1

(١) د　(٢) أ　(٣) ب　(٤) ب　(٥) د
(٦) ب　(٧) جـ　(٨) ب　(٩) ب　(١٠) جـ
(١١) د　(١٢) ب

الفصل 1 — الحمض النووي DNA (١) — الدرس 2

(١) جـ　(٢) د　(٣) ب　(٤) جـ　(٥) د

الفصل 1 — الحمض النووي DNA (٢) — الدرس 3

(١) جـ　(٢) جـ　(٣) د　(٤) د　(٥) ب
(٦) ① ب　(٦) ② جـ　(٧) ① د　(٧) ② ب　(٧) ③ جـ

الفصل 2 — RNA وتخليق البروتين — الدرس 1

(١) د　(٢) ب　(٣) جـ　(٤) جـ　(٥) ب
(٦) أ　(٧) ① أ　(٧) ② د　(٧) ③ جـ　(٧) ④ ب
(٨) جـ　(٩) أ　(١٠) جـ

الفصل 2 — التكنولوجيا الجزيئية (الهندسة الوراثية) — الدرس 2

(١) د　(٢) أ　(٣) د　(٤) د　(٥) أ
(٦) ① أ　(٦) ② د　(٦) ③ جـ　(٦) ④ ب　(٧) ب
(٨) ب　(٩) أ　(١٠) د　(١١) د　(١٢) أ
(١٣) جـ